SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

01
196
I

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 12

MAR 16 1973

INHALT

Gall, Horst: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung 3

Hagn, Herbert: Über kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle aus dem bayerischen Alpenvorland (Tafel 7—8) 113

Heissig, Kurt: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie (Tafel 3) 57

Herold, Reinhard & Abdel Hamid Ibrahim: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 7. Über die Einregelung der Fossilien 125

Jung, Walter & Ervín Knobloch: Die „Sternberg-Originale" der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zu München . . . 105

Koenigswald, Wighart von & Norbert Schmidt-Kittler: Eine Wirbeltierfauna des Riß/Würm-Interglazials von Erkenbrechtsweiler (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg) 143

Schairer, Gerhard: *Taramelliceras, Glochiceras, Ochetoceras* (Haploceratacea, Ammonoidea) aus der *platynota*-Zone (unterstes Unterkimmeridge) der Fränkischen Alb (Bayern) (Tafel 1—2) 33

Schmidt-Kittler, Norbert: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia) (Tafel 4—5) 83

Schmidt-Kittler, Norbert: Fund eines Mastodonten-Skeletts (Proboscidea, Mammalia) in der Oberen Süßwassermolasse nahe Gweng bei Mühldorf am Inn . . 137

Selmeier, Alfred: Ein *Castanopsis*-Holz aus oberchattischen Steigbachschichten des Allgäus (Tafel 6) 97

Torkzadeh, Nasser: Zwei gastropodenführende holozäne Kalktuffvorkommen bei Wassertrüdingen (Mittelfranken) 149

MÜNCHEN, 15. Dezember 1972
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.	12	153 S.	8 Taf.	München, 15. 12. 1972

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 12

INHALT

GALL, HORST: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung 3

HAGN, HERBERT: Über kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle aus dem bayerischen Alpenvorland (Tafel 7—8) 113

HEISSIG, KURT: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie (Tafel 3) 57

HEROLD, REINHARD & ABDEL HAMID IBRAHIM: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 7. Über die Einregelung der Fossilien 125

JUNG, WALTER & ERVÍN KNOBLOCH: Die „STERNBERG-Originale" der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zu München . . . 105

KOENIGSWALD, WIGHART VON & NORBERT SCHMIDT-KITTLER: Eine Wirbeltierfauna des Riß/Würm-Interglazials von Erkenbrechtsweiler (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg) 143

SCHAIRER, GERHARD: *Taramelliceras, Glochiceras, Ochetoceras* (Haploceratacea, Ammonoidea) aus der *platynota*-Zone (unterstes Unterkimmeridge) der Fränkischen Alb (Bayern) (Tafel 1—2) 33

SCHMIDT-KITTLER, NORBERT: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia) (Tafel 4—5) 83

SCHMIDT-KITTLER, NORBERT: Fund eines Mastodonten-Skeletts (Proboscidea, Mammalia) in der Oberen Süßwassermolasse nahe Gweng bei Mühldorf am Inn . . 137

SELMEIER, ALFRED: Ein *Castanopsis*-Holz aus oberchattischen Steigbachschichten des Allgäus (Tafel 6) 97

TORKZADEH, NASSER: Zwei gastropodenführende holozäne Kalktuffvorkommen bei Wassertrüdingen (Mittelfranken) 149

MÜNCHEN, 15. Dezember 1972
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.	12	153 S.	8 Taf.	München, 15. 12. 1972

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 3—32 München, 15. 12. 1972

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung

Von Horst Gall[1])

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Aus der obermiozänen Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen der Oberen Süßwassermolasse in Südbayern werden 2 Lamellibranchiaten- und 49 Gastropoden-Taxa beschrieben. Die biostratigraphische Korrelation dieser Molluskenfauna mit derjenigen einiger anderer Fundstellen Mitteleuropas läßt die Fundschicht altersmäßig in die Nähe der Mittleren *Silvana*-Schichten Schwabens rücken. Aus den ökologischen Ansprüchen der einzelnen Molluskenelemente läßt sich ein überwiegend ruhiges, gelegentlich jedoch fluviatil beeinflußtes Süßwasserbecken als Ablagerungsraum rekonstruieren, das von ausgedehnten nassen Ufergürteln, lichten Wäldern und Buschwerk umgeben war. Aus der Häufigkeitsverteilung der in ökologischen Gruppen zusammengestellten Mollusken im Vertikalprofil kann die Entwicklung des Süßwasserbeckens von vorwiegend limnischen zu palustrischen und wieder zurück zu rein limnischen Verhältnissen verfolgt werden.

Summary

Two taxa of Bivalvia and 49 taxa of Gastropoda are described from the Upper Miocene fossil locality of Sandelzhausen in the Bavarian Upper Freshwater Molasse. The biostratigraphical correlation with some other localities in Central Europe tends to indicate an age comparable to the „Mittlere *Silvana*-Schichten" of Swabia. From the ecology of the molluscs a predominantly quiet freshwater environment with occasional fluviatile influence can be reconstructed. The basin was surrounded by wet broad shore belts, thinly spread forests and brushes. Based on the frequency of occurrence of the molluscs in the vertical section the development of the freshwater basin of Sandelzhausen can be traced from a predominantly limnic to paludinal facies changing again to pure limnic conditions.

[1]) Dipl.-Geol. Dr. H. Gall, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Inhalt

I. Einführung 4
II. Die Molluskenfauna 4
a) Lamellibranchiata 6
b) Gastropoda 7
III. Zur stratigraphischen Stellung der Fundschicht 18
IV. Paläoökologie 23
V. Die Verteilung der Mollusken im Vertikalprofil der Fundschicht 26
Angeführte Schriften 30

I. Einführung

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte in der Kiesgrube KARBER in Sandelzhausen bei Mainburg, Niederbayern, hat sich seit ihrer Entdeckung im Jahre 1959 durch R. DEHM zu einer der bedeutendsten Fossilfundstellen im Bereich der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands entwickelt. Bei anfänglichen Einzelaufsammlungen und in den Jahren 1966 bis 1968 gelegentlich durchgeführten kleineren Grabungen, vor allem aber bei den in den Sommermonaten 1969 begonnenen und 1970 und 1971 weitergeführten planmäßigen Grabungsaktionen — mit anschließender Aufbereitung horizontiert entnommenen Schlämmguts — wurde neben Pflanzenresten, Ostracoden und zahlreichen disartikulierten Vertebratenresten insbesondere ein umfassendes Molluskenmaterial gewonnen. Nach den ersten, die Wirbeltiere betreffenden Teilbearbeitungen der Fauna (FAHLBUSCH 1964, SCHMIDT-KITTLER 1971) wird dieses hier zur Kenntnis gebracht. Die Bearbeitung des Molluskenmaterials soll zusammen mit den Bearbeitungen der übrigen Fossilgruppen und den Ergebnissen sedimentologischer, sedimentpetrographischer und biostratonomischer Untersuchungen möglichst vielseitige Aussagen über die Genese und Ökologie der Fossil-Lagerstätte ermöglichen.

Auf die in einem ersten zusammenfassenden Bericht über die Lagerstätte (FAHLBUSCH & GALL 1970) gegebene Darstellung geologisch-sedimentologischer Befunde sei ausdrücklich verwiesen. Ein weiterer Beitrag (FAHLBUSCH et al. 1972) versucht Probleme der Genese und Ökologie aufzuzeigen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, und dem Sonderforschungsbereich 53 „Palökologie" an der Universität Tübingen ist für die Gewährung umfangreicher finanzieller Mittel zur Durchführung der Grabungs- und Laborarbeiten zu danken. Ferner gilt mein aufrichtiger Dank allen Damen und Herren, die durch tatkräftige Mitarbeit an der Grabungsstelle oder im Institut am Zustandekommen dieser Arbeit beteiligt waren.

II. Die Molluskenfauna

Die Mollusken sind in der Fundschicht in Sandelzhausen durch 2 Klassen — Lamellibranchiata und Gastropoda — vertreten. Die Lamellibranchiaten stellen mit wenigen Individuen einer einzigen Familie nur einen untergeordneten Bruchteil der Gesamtmolluskenfauna, die von den land- und wasserbewohnenden Gastropoden — insgesamt etwa 98 % — beherrscht wird.

Das Fossilmaterial weist fast durchwegs einen sehr schlechten Erhaltungszustand auf; insbesondere größere Formen sind zumeist verdrückt oder

fragmentär, so daß nicht selten eine definitive Zuordnung zu einer Art unterbleiben mußte. Die primäre Gehäusemorphologie — das wesentlichste Bestimmungskriterium — konnte auch durch Bildung von Kalkkonkretionsmassen in den Gastropodengehäusen unter Raumausdehnung bis max. 70 % verändert werden. Hierüber soll demnächst gesondert berichtet werden.

Auf eine Charakterisierung der gehäusemorphologischen Merkmale soll bei gut bekannten Taxa in jedem Falle verzichtet werden; Bemerkungen finden sich nur bei abweichender Größe oder Morphologie sowie bei Verwechslungsgefahr mit anderen Arten.

In der systematischen Beschreibung der Gastropodenfauna sind Genus- und Subgenus-Namen in der Regel nach Wenz (1938—1944) und Wenz & Zilch (1959—1960) aufgeführt. Die Mehrzahl der Angaben über Taxionomie, Synonymie, Fundort und stratigraphische Verbreitung der einzelnen Taxa ist dem Fossilium Catalogus (Wenz 1923—1930) entnommen. Aus Platzgründen wurden die Synonymielisten nur bei größter Wichtigkeit über den Hinweis auf den Fossilium Catalogus hinaus erweitert.

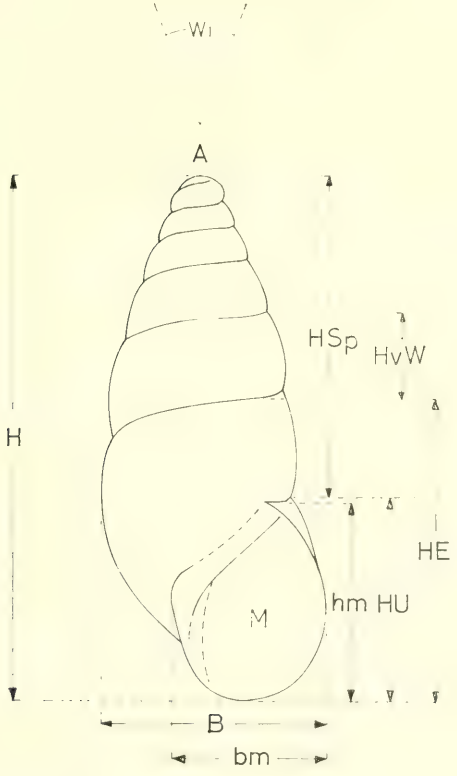


Abb. 1: Morphologie eines Gastropodengehäuses — Darstellung wichtiger terminologischer Einzelheiten.

Konchyologische Abkürzungen (vgl. Abb. 1):

H	— Gesamthöhe des Gehäuses	Z	— Anzahl der Windungen
B	— Breite des Gehäuses	Wi	— Gehäusewinkel
hm	— Mündungshöhe	A.	— Apex
bm	— Mündungsbreite	M.	— Mündung
HE	— Höhe der Endwindung (1 volle Tour von 360°)	U.	— Umgäng(e)
		E.	— Endwindung
HU	— Höhe des untersten Umganges	G.	— Gehäuse
HvW	— Höhe der vorletzten Windung	Gw.	— Gewinde
HSp	— Höhe der Spira	n	— Anzahl der Individuen.

Alle Maßangaben erfolgen in mm. Werte mit dem Zeichen „größer" (>) sind an unvollständigen Exemplaren, deren wirkliche Dimensionen größer sind, gemessen. Das Zeichen „ungefähr" (∿) bringt die an nahezu vollständigen Exemplaren gemessenen Werte zum Ausdruck; die Maße vollständiger Stücke sind etwa gleich.

Die Molluskenfauna ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Belegobjekte befinden sich in der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München unter der Inventar-Nr. 1959 II. Aus der gleichen Sammlung konnten Molluskenmaterialien von anderen jungtertiären Fundstellen vorwiegend Süddeutschlands zum Vergleich herangezogen werden.

a) Klasse Lamellibranchiata

Familie Cyrenidae

1. *Sphaerium* sp.

Material: 7 doppelklappig erhaltene Schalenexemplare, fragmentär.

Maße (größte Schale): Länge 4,5; Höhe 2,9; Dicke 1,6.

Beschreibung: 2 mittelgroße (wahrscheinlich adulte), 5 sehr kleine (juvenile) Schalen mit wenig hervorragendem, etwa mittelständigem Wirbel; dadurch Klappen etwa gleichseitig. Schalenform langgestreckt elliptisch, mäßig bauchig (juvenile Formen erscheinen relativ flacher).

Bemerkung: An den adulten Exemplaren ist die gesamte Wirbelregion mit Ligament und Schildern sowie die Peripherie der Schale stark verdrückt und unvollständig. Da auch das Schloß an keinem Exemplar bekannt ist, wird eine Artbestimmung nicht gewagt.

2. *Pisidium* sp.

Material: 1 doppelklappiges Schalenexemplar, fragmentär.

Maße: Länge > 1,4; Höhe 1,1; Dicke 0,7.

Beschreibung: Schief eiförmige, ungleichseitige Schale; Wirbel dem Hinterende genähert, mäßig aufgeblasen.

Bemerkung: Vorliegendes, wahrscheinlich juveniles Exemplar ist in einem relativ breiten Saum an der unteren und vorderen Schalenperipherie völlig plattgedrückt und teilweise ausgebrochen. Auf eine nähere Determination muß verzichtet werden, zumal das Schloß nicht zugänglich ist.

b) Klasse Gastropoda

Familie Testacellidae

3. *Testacella larteti larteti* Dupuy

1923 *Testacella larteti larteti* Dupuy — Wenz, Foss. Cat., Pars 17, S. 210 f..

Material: 1 Gehäuse, fragmentär.
Maße: H ∼ 3,8; B 1,9; hm ∼ 3,4; bm 1,9.
Bemerkung: Die im Torton verbreitete Art *Testacella zelli* Klein unterscheidet sich von vorliegender Art durch ihren flachbogigen Spindelrand der eiförmigen M. und den fast rechtwinkelig auf die Mündungswand stoßenden Mundsaum.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Vitrinidae

4. *Vitrina* cf. *suevica suevica* Sandberger

cf. 1923 *Vitrina suevica suevica* Sandberger — Wenz, Foss. Cat., Pars 17, S. 219 f..

Material: 2 Gehäuse, fragmentär (M.-Region nicht erhalten).
Maße: H > 1,4; B > 1,9; Z > $2^1/_4$.
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

Familie Zonitidae

5. *Archaeozonites costatus costatus* Sandberger

1923 *Zonites (Aegopis) costatus* (Sandberger) — Wenz, Foss. Cat., Pars 17, S. 254 ff..
1927 *Zonites (Aegopis) costatus costatus* (Sandberger) — Berz & Jooss, Altersstellung tert. Schichten Oggenhausen, S. 202.

Material: 7 Gehäuse, sehr stark deformiert.
Maße: Z > $4^1/_2$ — > $5^1/_2$; Wi 109°—123°.
Bemerkungen: Von verwandten, morphologisch recht ähnlichen *Archaeozonites*-Arten ist vorliegende Form durch niedrig-kegelförmiges G., abgeflachte U., sehr schiefe Anwachsstreifen und engen Nabel (vgl. Gottschick & Wenz 1916, 21 f.) klar abgegrenzt. Die Unterart *A. costatus subcostatus* Sandberger unterscheidet sich durch völlig gerundete U..
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

6. *Zonitoides silvanus* Wenz

1924 *Zonitoides silvanus* n. sp. — Wenz, Flammenmergel Silvanaschichten, S. 182, Textabb..

Material: 1 Gehäuse, nahezu vollständig, jedoch weitgehend plattgedrückt.
Maße: B ∼ 6; Z 5.
Bemerkung: Der sehr ähnliche *Zonitoides boettgerianus* (Clessin) von Undorf unterscheidet sich durch rascher anwachsende U. und mehr radial stehende, feinere Axialstreifen, die bereits am Übergang zur Unterseite erlöschen.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

7. *Janulus* cf. *supracostatus* (Sandberger)

cf. 1923 *Janulus supracostatus* (Sandberger) — Wenz, Foss. Cat., Pars 17, S. 304 f..

Material: 1 Schalenexemplar, fragmentär.
Maße: H > 1,5; B > 3,1; Z > 5.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Limacidae

8. *Limax* sp.

Material: 16 Gehäuseplatten, teilweise fragmentär.
Maße (große Gehäuse): Länge 5,8—5,9; Breite 3,4—3,9.
(kleine Gehäuse): Länge 1,7—1,9; Breite 1,2—1,3.

Beschreibung: Gehäuseplatten dünn, nur schwach gewölbt, von langgestreckt elliptischem bis eiförmigem Umriß und endständigem, ± deutlich nach links gerücktem, etwas erhobenem Nucleus. Skulptur aus kräftigen, konzentrischen Zuwachszonen an den größeren — ? adulten — Formen; die kleineren — ? juvenilen — rundlicheren Exemplare sind glatt oder nur randlich fein konzentrisch gestreift.

Bemerkung: Wegen der bisher nur ungenügend bekannten systematischen Bedeutung der Gehäusemerkmale rezenter und fossiler Limacidae muß auf eine nähere Determination des Materials verzichtet werden.

Familie Milacidae

9. *Milax* sp.

Material: 5 Gehäuseplatten.
Maße: Länge 1,2—3; Breite 0,6—1,8.

Beschreibung: Eiförmige, ziemlich dicke, mäßig stark gewölbte Gehäuseplatten mit medianem, endständigem, schwach erhobenem A.. Konzentrische Zuwachszonen an den größeren Exemplaren, die kleineren ohne Skulptur.

Bemerkung: Trotz sehr guten Erhaltungszustandes des Fossilmaterials wird auf eine nähere Bestimmung verzichtet, da die systematische Bedeutung der Gehäuseplatten-Merkmale nur ungenügend bekannt ist.

Familie Endodontidae

10. *Discus (Discus) pleuradra pleuradra* (Bourguignat)

1923 *Gonyodiscus (Gonyodiscus) pleuradra pleuradra* (Bourguignat) — Wenz, Foss. Cat., Pars 17, S. 341 ff..

Material: 10 Gehäuse, großenteils verdrückt, teilweise fragmentär, 1 Steinkern.
Maße (vollständigere Exemplare): H 0,7—0,8; B 1,8—1,9; Z 4¼.
Stratigraphische Verbreitung: Torton — U. Pliozän.

11. *Leucochroopsis kleini kleini* (Klein)

1923 *Trichia (Leucochroopsis) kleini kleini* (Klein) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 429 ff..

Material: 3 Gehäuse, stark verdrückt, fragmentär.
Maße: H > 5,7; B 7,6; hm 2,8; bm 4,3; HE 4,1; Z 5—5½.
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

12. *Helicodonta (Helicodonta) involuta scabiosa* (Sandberger)

1923 *Helicodonta (Helicodonta) involuta scabiosa* (Sandberger) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 452 ff..

Material: 1 Steinkern, fragmentär.
Maße: H ∼ 2,5; B ∼ 4,3; Z 5.
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

13. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) extinctus* (Rambur)

1923 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) extinctus* (Rambur) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 508 f..

Material: 5 Steinkerne; 1 Gehäuse, fragmentär.
Maße (gemittelt): H ∼ 17; B ∼ 28; B: H ∼ 1,65; Z 4½.
Vergleiche: Siehe unter 15..
Stratigraphische Verbreitung: Helvet, Torton.

14. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus incrassatus* (Klein)

1923 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus incrassatus* (Klein) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 510 ff..
1927 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* (Klein) — Baumberger, Fauna Silvanaschichten Tafeljura, S. 153, Taf. II, Fig. 5—7.

Material: 28 Gehäuse, stark deformiert; 2 Steinkerne; mehrere Gewindefragmente.
Maße (gemittelt, ergänzt): H ∼ 15,3; B ∼ 27; B: H ∼ 1,76; HE ∼ 14,1; Z 5.
Vergleiche: Siehe unter 15..
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

15. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli* (Kurr)

1923 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli* (Kurr) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 519 ff..
1927 *Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli* (Kurr) — Baumberger, Fauna Silvanaschichten Tafeljura, S. 153, Taf. II, Fig. 8—10.

Material: 2 Gehäuse, deformiert; 2 Steinkerne.
Maße (gemittelt, kombiniert, ergänzt): H ∼ 21,8; B ∼ 26,8; B: H ∼ 1,23; HE ∼ 20; HvW ∼ 1,7; Z 5.
Vergleiche: Von vorliegender Spezies, charakterisiert durch ein ± kugeliges G., gewölbte U. und nicht durchgehenden Nabel, unterscheiden sich sowohl *T. incrassatus* als auch *T. extinctus* durch ein deutlich gedrücktes G. mit sehr niedrigem Gw. und tiefem, durchgehendem Nabel. Im Vergleich zu *T. extinctus* zeigt *T. incrassatus* ein noch flacheres, gedrückteres, etwas kleineres G. mit fast ebener Ober- und Unterseite und nicht ganz so engem und tiefem Nabel; die U. — etwas zahlreicher — sind enger gewunden, langsamer anwachsend; die Einschnürung kurz vor der M. erscheint mehr abgeschwächt.
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

16. *Tropidomphalus* ? sp.

Material: 1 Steinkern, 1 Steinkern mit Schalenresten, beide aus rissiger Kalkkonkretionsmasse; 1 Gehäusebasisfläche mit plattgedrückter Oberseite.

Maße: H bis 21,9; B bis 41,9; Z ∼ 4½.

Bemerkungen: Die großen Stücke mit teilweise konvex kegelförmigem Gewinde zeigen Merkmale der Subfamilie Campylaeinae, speziell des Genus *Galactochilus* Sandberger, 1874. Dieses weist allerdings in Sandelzhausen keine einwandfrei bestimmten Vertreter auf. Da ähnliche Formen, die sich von *Tropidomphalus* vor allem durch bedeutendere Größe unterscheiden, durch die häufig zu beobachtende Aufblähung bei Bildung von Kalkkonkretionsmassen im G. entstehen können, ist eher an deformierte Exemplare von *Tropidomphalus* zu denken.

17. *Klikia (Apula)* sp.

Material: 1 Gehäuse, teilweise plattgedrückt.

Beschreibung: Stark gedrückt rundliches G. mit sehr wenig erhobenem Gw.. Die ∼ 5 Windungen langsam und regelmäßig anwachsend, wenig gewölbt. E. stark gerundet, relativ flach, vor der M. absteigend und schwach eingeschnürt. Details der Nabelregion nicht sichtbar. M. schief, Ränder stark umgeschlagen aber nicht verdickt. Skulptur aus feinen Axialstreifen und groben, länglichen, etwas unregelmäßig gestellten Papillen.

18. *Klikia (Klikia) giengensis giengensis* (Klein)

1911 *Klikia giengensis* Krauss — Wenz, *Gonostoma osculum* u. Verwandte, S. 85 ff., Taf. IV, Fig. 6—10.

1923 *Klikia (Klikia) giengensis* (Klein) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 359 ff..

Material: 1 Gehäuse, vollständig erhalten.

Maße: H 5; B 9,2; B: H = 1,84; hm 3,7; bm 4,8; HE 4,7; Z 4¾.

Bemerkung: Das für die Fundschicht auffallend gut erhaltene G. gehört im Vergleich mit den von Wenz (1911, 85 ff.) gegebenen Maßen der flachen Form an.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

19. *Hemicycla asperula* cf. *leymerieana* (Noulet)

cf. 1923 *Hemicycla asperula leymerieana* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 577 ff..

Material: 1 Gehäuse, deformiert.

Maße: H ∼ 15; B ∼ 26; Z 5¼.

Beschreibung: Gedrückt rundliches, festschaliges G. mit abgestumpftem A. und schwach abgeplatteter Basisfläche. U. wenig gewölbt. E. anfangs schwach kantig, dann gerundet, ungenabelt; vor der M. schwach eingeschnürt, sehr stark absteigend. M. sehr schief, ± abgestutzt eiförmig; Ränder umgeschlagen, innen verdickt, durch dünne Schwiele verbunden; Basalrand verbreitert, abgeflacht, angedrückt. Skulptur aus schiefen, ziemlich groben, unregelmäßigen Zuwachsstreifen und unregelmäßig stehenden Papillen.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

20. *Cepaea eversa larteti* (Boissy)

1920 *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — Wenz, *C. eversa larteti* (Boissy) in schwäb. Silvanaschichten, Fig. 3—6.

1923 *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 619 ff..

1931 *Cepaea eversa larteti* Boissy — Dehm, Blatt Monheim, S. 221 f..

Material: 21 Steinkerne, großenteils gut erhalten, teilweise mit Schalenresten; 11 Gehäuse, überwiegend deformiert und fragmentär.

Maße: H und B von 13 Exemplaren siehe Abb. 2.

Abmessungen weiterer, nahezu vollständiger Exemplare (ohne Mündungsregion): H 16,3 bis 20,0; B 20,3—24,9; HE 12,5—16,9; HU 9,0—13,3; Z > 4—5. HU im Durchschnitt 0,68 H und damit Annäherung an den von Dehm (1931, 222) gegebenen Wert (0,69 H). HE: H = 0,83.

Vergleiche: *Cepaea sylvestrina sylvestrina* (Schlotheim), die nach Wenz (1920, 1924) in einer Entwicklungsreihe auf *C. eversa larteti* folgt und mit dieser leicht und oft verwechselt wird, ist gehäusemorphologisch nahezu gleich; etwas dünnere Schale, ein weniger verdickter, schwächer umgeschlagener und ausgebreiteter Mundsaum sowie ein stärkeres Abknicken des oberen Mundsaumes können als geringe Unterschiede betrachtet werden. Auffallend ist hingegen die geringere Größe von *C. sylvestrina* (vgl. Abb. 2), als deren Ursache ein mehr arides Klima im Sarmat (Schwarzbach 1961, 144 ff.) angenommen werden kann. Unterschiede zu Nr. 21. siehe dort.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

21. *Cepaea silvana silvana* (Klein)

1923 *Cepaea silvana silvana* (Klein) — Wenz, Foss. Cat., Pars 18, S. 667 ff..
1931 *Cepaea silvana silvana* Klein — Dehm, Blatt Monheim, S. 222.

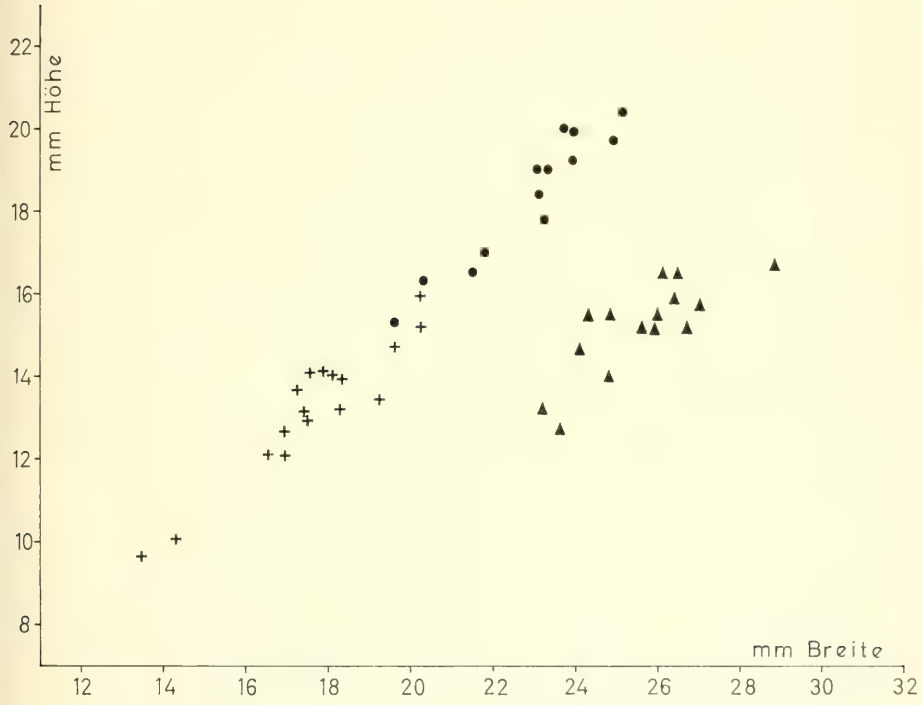


Abb. 2: Graphische Darstellung der Meßwerte von Höhe und Breite bei *Cepaea silvana silvana* (Klein) [▲, n = 15] und *Cepaea eversa larteti* (Boissy) [•, n = 13]. Das Diagramm zeigt deutlich die konchyologischen Unterschiede zwischen diesen beiden Cepaeen-Arten. Im Vergleich dazu *Cepaea sylvestrina sylvestrina* (Schlotheim) aus dem Nördlinger Ries [Mittelwerte von 17 Lokalitäten mit insges. n = 900, +; nach Bolten 1973].

Material: 16 Steinkerne, mäßig erhalten, teils mit Schalenresten; 16 Gehäuse, stark deformiert, fragmentär.

Maße: H und B von 15 Exemplaren siehe Abb. 2.
Abmessungen weiterer Exemplare: H 15,2—16,5; B 25,9—27,0; HE 13,1—14,7; HU 11,6 bis 12,8; Z > 4½—5. Die Abmessungen ergeben für HU im Durchschnitt 0,78 H (Deihm 1931, 222: 0,79); HE: H = 0,88.

Vergleich: Die in gleicher Individuenzahl mitvorkommende Art *C. eversa larteti* ist vor allem durch ihre charakteristische kugelige Gestalt mit herausgehobenem Gw. unterschieden (vgl. Abb. 2); U. und Basisfläche sind gewölbter, die M. steht steiler. Das Verhältnis von HE und HU zur Gesamthöhe ist kleiner als bei vorliegender Spezies.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Clausiliidae

22. *Pseudidyla moersingensis zandtensis* (Boettger)

1877 *Clausilia (Pseudidyla) mörsingensis* var. *zandtensis* m. — O. Boettger, Clausilienstudien, S. 89 ff., Taf. III, Fig. 33a—d.
1923 *Pseudidyla moersingensis zandtensis* (Boettger) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 792.

Material: 1 Steinkern, fragmentär; 105 Endwindungen und unterste Umgänge mit Mündungsregion; zahlreiche Gewindefragmente.

Maße (Steinkernexemplar): H > 7,5; B 2,1; hm 2,2; bm 1,5; HE 3,6; Z > 6.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Oleacinidae

23. *Palaeoglandina gracilis porrecta* (Gobanz)

1923 *Poiretia (Palaeoglandina) gracilis porrecta* (Gobanz) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 846.

Material: 6 Schalenexemplare, 1 Steinkern, überwiegend deformiert und fragmentär.

Maße (ergänzt): H ∼ 45; B ∼ 24,9; HE 41,3; HU = hm 29,2; Z 5.
HU: H = 0,65; HE: H = 0,92.

Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

Familie Valloniidae

24. *Vallonia subpulchella subpulchella* (Sandberger)

1923 *Vallonia subpulchella subpulchella* (Sandberger) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 913 f..

Material: 1 Schalenexemplar.
Maße: H 1,4; B 2,4; Z 3½.
Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

Familie Chondrinidae

25. *Gastrocopta (Albinula) acuminata acuminata* (Klein)

1923 *Gastrocopta (Albinula) acuminata acuminata* (Klein) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 916 ff..

Material: 13 Schalen- und Steinkernexemplare, großenteils deformiert und fragmentär.

Maße: H 2,7—2,8; B 1,7; hm 1,1; bm 1; HE 1,6—1,7; Z 5½.

Stratigraphische Verbreitung: Torton — U. Pliozän.

26. *Gastrocopta (Sinalbinula) nouletiana nouletiana* (Dupuy)

1923 *Gastrocopta (Sinalbinula) nouletiana nouletiana* (Dupuy) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 930 ff..

Material: 57 Schalen- und Steinkernexemplare, großenteils fragmentär und deformiert.

Maße: H 2—2,2; B 1,1—1,2; hm 0,7—0,8; bm 0,7—0,8; HE 1,2—1,3; Z 5½.

Stratigraphische Verbreitung: Torton — U. Pliozän.

Familie Vertiginidae

27. *Vertigo (Vertigo) callosa cardiostoma* (Sandberger)

1923 *Vertigo (Vertigo) callosa cardiostoma* (Sandberger) — Wenz, Foss. Cat., Pars. 20, S. 986 f..

Material: 1 Gehäuse, fast vollständig.

Maße: H 2; B 1,3; hm 0,7; bm 0,8; HE 1,3; Z 5.

Bemerkung: 4 weitere G. von Vertigininen lassen eine definitive Bestimmung nicht zu (fragmentäre M., z. T. sedimentverfüllt, so daß M.-Armatur nicht studierbar), gehören aber auf Grund der völlig mit dem determinierten Exemplar übereinstimmenden Gehäusemorphologie mit einiger Wahrscheinlichkeit zu vorliegender Spezies.

Stratigraphische Verbreitung: Torton, Sarmat.

Familie Pyramidulidae

28. *Pyramidula subteres* (Clessin)

1923 *Pyramidula subteres* (Clessin) — Wenz, Foss. Cat., Pars 20, S. 1062 f..

Material: 1 Jugendgewinde, fragmentär.

Maße: H > 0,5; B > 0,8; Z > 2½.

Bemerkung: Das Material konnte nur im Vergleich bestimmt werden.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Enidae

29. *Napaeus* ? sp.

Material: 9 Gewindefragmente (bis 4 erhaltene U.).

Familie Ellobiidae

30. *Carychium eumicron peneckei* Flach

1923 *Carychium eumicron peneckei* Flach — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1190.

Material: 3 Gehäuse, überwiegend vollständig.
Maße: H 1,0—1,1; B 0,5; Z 4½.
Vergleiche: Siehe unter 32..
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

31. *Carychium nouleti nouleti* Bourguignat

1923 *Carychium nouleti nouleti* Bourguignat — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1195 ff..

Material: 8 Gehäuse, z. T. fragmentär.
Maße: H 1,6—1,8; B 0,7—0,8; Z 5.
Bemerkung: Vorliegendes Material zeigt zahlreiche feine, vor allem auf der E. vereinzelt auch stärkere Axialrippchen und steht damit den von Bourguignat (1881, Taf. 6, Fig. 176—190) aus Sansan wiedergegebenen Formen sehr nahe, wohingegen Sandberger (1870/75, 543 f.) auf nur gelegentlich auftretende Anwachsstreifen bei dieser Art verweist.
Vergleiche: Siehe unter 32..
Stratigraphische Verbreitung: Aquitan, Torton.

32. *Carychium nouleti gibbum* Sandberger

1923 *Carychium nouleti gibbum* Sandberger — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1197 f..

Material: Etwa 160 Gehäuse, großenteils vollständig.
Maße: H 1,5—1,6; B 0,8—0,9; Z 5.
Vergleiche: Vorliegende Art ist bereits durch äußere Gehäusemerkmale — stark aufgeblähten, hohen, kräftig gewölbten vorletzten U.; zahlreiche grobe Axialrippen — von der etwas größeren, schlankeren und insgesamt wesentlich feiner berippten Nominatunterart unterschieden. *C. eumicron peneckei* kann in erster Linie durch die Kleinheit des Gehäuses von diesen beiden Arten abgegrenzt werden.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Lymnaeidae

33. *Lymnaea turrita turrita* (Klein)

1923 *Lymnaea turrita turrita* Klein — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1227 ff..

Material: Etwa 160 Schalenexemplare, großenteils ± deformiert und fragmentär.
Maße: H 4,9—9,8; B 2,4—4,4; Z 4—5.
Stratigraphische Verbreitung: Torton — U. Pliozän.

34. *Radix (Radix) socialis socialis* (Zieten)

1923 *Radix (Radix) socialis socialis* (Zieten) — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1272 ff..

Material: 9 Steinkerne, untergeordnet mit Schalenresten, großenteils fragmentär.
Maße (der größten Steinkerne, teilweise ergänzt, gemittelt):
H ∼ 30; B 24; hm 22,5; bm ∼ 14; HE 27,5; HU 22,5; Z 4.
hm: H = HU: H = 0,75. HE: H = 0,91. Gewindehöhe 0,25 H.
Vergleiche: Siehe unter 36..
Stratigraphische Verbreitung: Sarmat.

35. *Radix (Radix) socialis dilatata* (Noulet)

1923 *Radix (Radix) socialis dilatata* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1277 ff..
1966 *Radix (Radix) socialis dilatata* (Noulet) — Schlickum, Molluskenfauna Kirchberger Schichten, S. 326, Taf. 13, Fig. 26.

Material: 254 Exemplare, überwiegend Steinkerne mit Schalenresten, selten Schalenexemplare; häufig deformiert und fragmentär.

Maße: H 26,4—29,7; B 15,9—18,0; hm 18,3—22,2; bm 8,7—11,7; HE 22,7—26,2; HU 18,3—22,2; Z > 4—5½.
hm: H = HU: H = 0,72. HE: H = 0,88.
Gewindehöhe: 0,28 H.

Vergleiche: Siehe unter 36..

Stratigraphische Verbreitung: Helvet — Sarmat.

36. *Radix (Radix) socialis praelongata* (Gottschick & Wenz)

1916 *Limnaea (Radix) dilatata* Noulet, Var. *praelongata* n. var. — Gottschick & Wenz, Sylvanaschichten Hohenmemmingen, S. 99 f., Taf. I, Fig. 15—17.

Material: 1 Steinkern mit Schalenresten; 3 Gehäuse, fragmentär.

Maße (Steinkern): H 26,4; B 14,3; hm 16,2; HE 20,6; HU 16,2; Z 5.
hm: H = HU: H = 0,61. HE: H = 0,78. Gewindehöhe: 0,39 H.

Vergleiche: Vorliegende, morphologisch *Radix subovata* (Zieten) aus den schwäbischen Rugulosaschichten nahestehende Subspezies unterscheidet sich von *R. socialis dilatata* vor allem durch das stärker herausgehobene Gw. (0,39 H gegenüber 0,28 H). Im Vergleich zu diesen beiden Unterarten wirkt die Nominatunterart (34.) gedrungener; charakteristisch sind wesentlich bauchigere, an der Naht geschulterte E. und aufgesetztes, treppenartig aufgebautes Gw..

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

37. *Galba (Galba) subtruncatula* (Clessin)

1923 *Galba (Galba) subtruncatula* (Clessin) — Wenz, Foss. Cat., Pars 21, S. 1406 f..

Material: 7 Gehäuse, großenteils fragmentär.

Maße: H > 4,6; B > 2,3; hm > 2,3; HE > 3,5; Z > 5½.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Planorbidae

38. *Planorbarius cornu mantelli* (Dunker)

1923 *Coretus cornu mantelli* (Dunker) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1452 ff..

Material: 284 Steinkerne, teilweise mit Schalenresten, und Schalenexemplare, überwiegend deformiert.

Maße: H 7,2—8,3; B 22,8—25,5; hm 7,2—8,3; bm 8,0—10,4; Z 4.
An den vollständigen Exemplaren (18) ermittelt H: B = 0,32.

Bemerkung: Einzelne Exemplare zeigen etwas dickere, nahezu stielrunde, vor allem unten in M.-Nähe weniger abgeplattete U. und Anzeichen einer dicklippigen M.; sie nähern sich damit Formen der Nominatunterart *P. cornu cornu* (Brongniart), aus welcher sich vorliegende Subspezies ab dem tieferen Miozän zu entwickeln beginnt (Wenz 1923, 1449).

Vergleich: Siehe unter 39..

Stratigraphische Verbreitung: Helvet — U. Pliozän.

39. *Planorbarius* cf. *sansaniensis* (Noulet)

cf. 1923 *Coretus sansaniensis* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1476 f..

Material: 10 Steinkerne, vereinzelt mit Schalenresten; ohne sekundäre Extension.
Maße: H 8,6—9,4; B 17,8—20,0; hm 8,6—9,4; bm 5,2—8,4; Z 4—4½.
H: B = 0,47.

Vergleich: Durch die stärker involuten U. und die gedrungene Gestalt (H = 0,47 B) sowie durch die M.-Form (hm > bm) unterscheidet sich vorliegende Spezies von *P. cornu mantelli* mit H = 0,32 B und hm < bm; sie nähert sich damit der noch etwas dickeren oligozänen Art *Planorbarius crassus* (Serres).

Bemerkung: Weitere 70 Exemplare, ausschließlich aus der Geröllmergel-Schicht B, zeigen weitgehende morphologische Übereinstimmung mit vorliegender, vornehmlich aus Sansan (Bourguignat 1881) beschriebenen Art. Die dicke, gedrungene Gestalt ist hier jedoch durch zumeist einwandfrei erkennbare sekundäre Aufblähung — Bildung von Kalkkonkretionsmassen im G. und Sprengung desselben — verursacht. Deutlich ist dies vor allem bei Stücken, deren Innenwindungen in normaler Dicke als Mergel-Steinkerne vorliegen, deren E. sich jedoch kalkkonkretionär enorm erweitert zeigen. Alle diese Formen werden *P. cornu mantelli,* diagenetisch verändert, zugeordnet. Die mit *P. sansaniensis* verglichenen Steinkernexemplare, auch aus höheren Profilteilen (Schicht D), aus denen bisher keine derartigen Aufblähungen bekannt sind, zeigen dagegen regelmäßig aufgebaute Gestalt mit für die Art bezeichnenden Maßen und keine Anzeichen einer diagenetischen Deformation.

Stratigraphische Verbreitung: Helvet, Torton.

40. *Gyraulus (Gyraulus) albertanus* (Clessin)

1923 *Gyraulus (Gyraulus) albertanus* (Clessin) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1541.

Material: 2 Gehäuse, 1 Steinkern; überwiegend vollständig.
Maße: H 1,4—1,5; B 2,5—2,6; Z > 3—3¼.

Bemerkung: Vorliegende Formen sind etwas kleiner als die von Clessin (1885, 92 f.) aus Undorf beschriebenen; die dicken, kräftig gewölbten, rasch anwachsenden U., die stark erweiterte E. und die breit nierenförmige M. (vgl. Gottschick & Wenz 1916, 101 ff.) der dick scheibenförmigen G. lassen jedoch an der getroffenen Zuordnung nicht zweifeln.

Stratigraphische Verbreitung: Torton.

41. *Gyraulus (Gyraulus)* cf. *goussardianus* (Noulet)

cf. 1923 *Gyraulus (Gyraulus) goussardianus* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1555 f..

Material: 5 Steinkerne, großenteils mit Schale; fragmentär.
Maße: H 1—1,1; B 3,2—4; Z 4.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

42. *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis ludovici* (Noulet)

1923 *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis applanatus ludovici* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1588 ff..

Material: 16 Gehäuse, 3 Steinkernexemplare; vorwiegend vollständig, aber teilweise deformiert.
Maße (gemittelt): H 1,4; B 4; Z 5.
Stratigraphische Verbreitung: Torton — U. Pliozän.

43. *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis kleini* (Gottschick & Wenz)

1916 *Gyraulus multiformis kleini* n. — Gottschick & Wenz, Sylvana-Schichten Hohenmemmingen, S. 101 ff., Fig. 3.

1923 *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis kleini* (Gottschick et Wenz) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1595 ff..

Material: Etwa 250 Steinkern- und Schalenexemplare.
Maße (gemittelt): H 0,7; B 2,1; Z 3½.
Stratigraphische Verbreitung: Helvet — Sarmat.

44. *Hippeutis subfontanus subfontanus* (Clessin)

1923 *Hippeutis (Hippeutis) subfontanus subfontanus* (Clessin) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1648.

Material: 1 Gehäuse, fragmentär (ohne M.-region).
Maße: H > 0,4; B > 1,3; Z > 2¼.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

45. *Segmentina larteti larteti* (Noulet)

1923 *Segmentina larteti larteti* (Noulet) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1663.

Material: 21 Schalenexemplare, großenteils deformiert; 11 Steinkerne.
Maße: H > 1,4—2,2; B > 4,7—6,9; Z > 3—4.
Stratigraphische Verbreitung: Helvet — Sarmat.

Familie Ancylidae

46. *Ancylus deperditus* cf. *deperditus* (Desmarest)

cf. 1923 *Pseudancylus deperditus deperditus* (Desmarest) — Wenz, Foss. Cat., Pars 22, S. 1692 ff..

Material: 8 Schalenexemplare, fragmentär.
Maße (ergänzt, gemittelt): Länge ~ 4; Breite ~ 2,2; Höhe ~ 1,2.
Stratigraphische Verbreitung: Helvet — Sarmat.

Familie Pomatiasidae

47. *Pomatias* sp.

Material: 1 Operculum, Nukleus ausgebrochen.
Maße: Durchmesser max. 7,7; Dicke 0,9; Windungen > 4¾.
Bemerkung: In seinen Merkmalen und der der M. entsprechenden Form zeigt vorliegender Deckel weitgehende Übereinstimmung mit Opercula der Art *Pomatias consobrinum* (Sandberger) (Sandberger 1870/75, 607). Die in gleichaltrigen Schichten auftretende und nur schwer unterscheidbare Art *Tudorella conica conica* (Klein) besitzt Deckel mit nur etwa 3 rasch anwachsenden Windungen.

Familie Bithyniidae

48. *Bithynia glabra glabra* (Zieten)

1928 *Bulimus glabrus glabrus* (Zieten) — Wenz, Foss. Cat., Pars 38, S. 2239 ff..
1966 *Bithynia glabra* (Zieten) — Schlickum, Molluskenfauna Kirchberger Schichten, S. 324, Taf. 12, Fig. 22.

Material: 1 Gehäuse, fragmentär.
Maße: H ~ 6,5; B 4; Z ~ 5.
Stratigraphische Verbreitung: Helvet — Sarmat.

49. *Bithynia* sp.

Material: 13 Deckel, großenteils fragmentär.
Maße (gemittelt): H 2,2; B 1,6.
Bemerkung: Es ist naheliegend, daß die Opercula zu obiger Art gehören, doch ist mangels ausreichender Kenntnis der artspezifischen Deckel-Merkmale eine definitive Zuordnung nicht möglich.

Familie Valvatidae

50. *Valvata (Cincinna)* cf. *radiatula radiatula* Sandberger

cf. 1928 *Valvata (Cincinna) radiatula radiatula* Sandberger — Wenz, Foss. Cat., Pars 38, S. 2447 f..

Material: 1 Gehäuse, fragmentär (M.-region nur sehr unvollständig erhalten).
Maße: H $\sim$ 1,7; B $\sim$ 2; Z $\sim$ 3.
Stratigraphische Verbreitung: Torton.

Familie Neritidae

51. *Theodoxus* sp.

Material: 1 Gehäuse, fragmentär.
Maße: H $>$ 3; B $>$ 3,6; Z $>$ 1¾.

III. Zur stratigraphischen Stellung der Fundschicht

In der synoptischen Tabelle der Mollusken aus der Fundschicht Sandelzhausen (Tab. 1) ist das gesamte bestimmte Material in systematischer Reihenfolge aufgeführt. Verglichen wird es mit der Fauna aus der ostbayerischen Oberen Süßwassermolasse, den *Silvana*-Schichten am Südrand der Schwäbischen Alb, dem altobermiozänen Lepolithkalk des Riesgebietes, dem Braunkohlenton von Undorf bei Regensburg, den limnischen Ablagerungen von Rein und Strassgang bei Graz (Steiermark) und aus dem Calcaire lacustre de l'Armagnac im Gebiet von Sansan (Dép. Gers). Die Angaben über den Fossilinhalt der jeweiligen Lokalitäten sind teilweise, über die zitierte Spezialliteratur hinaus, nach dem Fossilium Catalogus (Wenz 1923—1930) ergänzt und berichtigt.

Mit insgesamt 51 Taxa — Lamellibranchiata 2, Gastropoda 49 — repräsentiert die Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen eine der bedeutendsten Molluskenfundstellen im Bereich der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. Ihre Einstufung in das Obermiozän ist nach geologischen und ersten faunistischen Befunden gesichert (Fahlbusch & Gall 1970, 394). Eine Präzisierung des biostratigraphischen Alters mit vorliegender Molluskenfauna, wozu insbesondere die Landschnecken im Vergleich mit anderen mitteleuropäischen Obermiozän-Fundstellen geeignet erscheinen, stößt jedoch wegen der isolierten Lage von Sandelzhausen — mitten im Molassebecken mit seinen zumeist fossilarmen Sedimenten — auf besondere Schwierigkeiten.

Alters- und Lagerungsbeziehungen der einzelnen lithofaziellen Einheiten der OSM sind über einen größeren Raum hinweg wegen wiederholter Fazieswechsel,

Schichtlücken und Erosionsdiskordanzen nur schwer und ungenau zu erfassen. Versuche einer paläontologischen Gliederung der jungtertiären OSM-Sedimentfolge mit Mollusken scheiterten bislang an nicht ausreichendem Fossilmaterial von zudem sehr wenigen und weit verstreut gelegenen Fundpunkten. Lokalstratigraphisch auswertbare Gastropodenfaunulen sind aus dem Nördlichen Vollschotter (NVS) von Maßendorf (GEBHARDT 1964, 26 f.) und von Lokalitäten auf Blatt 7237 Siegenburg (BITTERSOHL 1971, 28 ff.) bekannt, von denen 4 (5., 11., 35., 38., s. Tab. 1; von insgesamt 6) bzw. alle 2 (21., 23.) bezeichnende Arten auch in der Sandelzhausener Fauna vertreten sind. Mit einer Gastropodenfaunula aus dem Landshuter Schotter (= NVS; BLISSENBACH 1957, 24) hat Sandelzhausen 2 (3?) — 15., 20.?, 23. — stratigraphisch wichtige Arten gemeinsam. Die gemeinsamen Taxa weisen auf ein höheres Alter der Fundschichten innerhalb des Obermiozäns, auf Torton (i. S. der bisherigen stratigraphischen Gliederung der süddeutschen Neogen-Sedimente, der hier der besseren Korrelationsmöglichkeiten wegen gegenüber der derzeit noch nicht vorbehaltlos übertragbaren stratigraphischen Gliederung der zentralen Paratethys der Vorzug gegeben werden soll). Der Vergleich der Molluskenfaunen aus diesen auch lithostratigraphisch eingeordneten OSM-Sedimenten und aus der Fundschicht Sandelzhausen bietet jedoch keine Möglichkeit zu einer noch genaueren Altersaussage oder zur Festlegung der Altersbeziehungen.

Wie aus der synoptischen Tabelle augenfällig ersichtlich, ergibt ein Vergleich der Faunengemeinschaft aus Sandelzhausen mit der aus den tortonen *Silvana*-Schichten Schwabens weitestgehende Arten-Übereinstimmung, die auf nahe Altersbeziehungen schließen läßt. Von den 41 artlich bestimmten Faunenelementen aus der Fundschicht sind insgesamt 32 Arten (78 %) auch in den *Silvana*-Schichten und ihren Äquivalenten (GOTTSCHICK & WENZ 1916, WENZ 1923—1930, WENZ 1924, BAUMBERGER 1927, GALL 1971) vertreten; 12 Süßwasser- und 20 Landschneckenformen, darunter die nach WENZ (1923—1930) bisher ausschließlich aus tortonen Schichten bekannten Arten 6., 7., 14., 18., 19., 20., 21., 22., 28., 32., 36., 40., 44. und 50.. Eine Einstufung der Fundschicht in das ältere Obermiozän dürfte so gesichert sein, zumal kein einziges Taxon der Gesamtfauna nicht auch aus dieser Stufe bekannt oder auf eine andere Stufe beschränkt ist. Molluskenfaunen aus älteren oder jüngeren Schichten — etwa oberhelvetischen Helicidenmergeln (JOOSS 1923) oder sarmatischen Riessee-Ablagerungen (BOLTEN 1973) — zeigen deutliche Unterschiede in ihrer Zusammensetzung. Eine präzisere Zuordnung ermöglicht ein spezieller Faunenvergleich mit den einzelnen Horizonten der *Silvana*-Schichten, die WENZ (1920; 1924, 186) und JOOSS (1923, 201) als Untere, Mittlere und Obere *Silvana*-Schichten, jeweils mit bezeichnenden Heliciden-Arten als ausgeprägte Häufigkeitsformen, ausgegliedert haben. Mit den Mittleren *Silvana*-Schichten zeigt Sandelzhausen allein 32 Arten (78 %) gemeinsam, wovon unter den vorwiegend zur Alterseinstufung geeigneten Landschnecken (4.—7., 10.—12., 14., 15., 18.—26., 28., 32.) insbesondere die Arten 14., 18. und 21. mit größtenteils hoher, Mittlere *Silvana*-Schichten kennzeichnender Individuenzahl vertreten sind. Auf Grund dieser weitgehenden faunistischen Übereinstimmung rückt die Fundschicht Sandelzhausen altersmäßig in unmittelbare Nähe der fossilführenden Mittleren *Silvana*-Schichten. Die in zahlreichen Exemplaren gefundene *Cepaea eversa larteti* gilt nach WENZ (1920, 1924) als Häufigkeitsform der Unteren *Silvana*-Schichten, reicht jedoch in Einzelexemplaren bis in die Mittleren *Silvana*-Schichten hinauf (JOOSS 1923; WENZ 1924; GALL 1971, 79 f., Tab. 2). Hier bilden die Arten 14. und 21., wel-

che vereinzelt schon in den Unteren *Silvana*-Schichten erscheinen, bezeichnende Vertreter. Die stratigraphisch auswertbaren Unterschiede in der Häufigkeit dieser Heliciden-Arten in den *Silvana*-Schichten sind mit einiger Sicherheit ökologisch-klimatisch bedingt, wie ein Vergleich der Faunengemeinschaften aus den Unteren *Silvana*-Schichten und den Mittleren *Silvana*-Schichten (s. unten) zeigt. In Sandelzhausen können deshalb allein aus der Tatsache, daß die Cepaeen-Arten 20. und 21. mit gleicher Individuenzahl (32) vorliegen, noch keine Rückschlüsse auf das Alter gezogen werden; vielmehr dürften hier lokal die ökologischen Ansprüche der mehr trockenheitsliebenden Art 20. noch ausreichend erfüllt worden sein. Das Bild der Molluskenfauna aus der Fundschicht entspricht im wesentlichen dem der Mittleren *Silvana*-Schichten, die von Jooss (1923, 201) und Wenz (1924, 186) indirekt in das mittlere Torton eingestuft werden.

Ein Vergleich des Molluskenmaterials aus Sandelzhausen mit dem aus den Unteren *Silvana*-Schichten (Flammenmergel, *Larteti*-Schichten; Wenz 1920, 1924; Gall 1971, 66 ff.) zeigt nicht annähernd die weitgehende Arten-Übereinstimmung wie mit den Mittleren *Silvana*-Schichten; neben der Art 20. sind nur weitere 9 Land- und 2 Süßwasserschneckenarten (6., 10.–12., 14., 18., 21., 25., 26.; 35., 38.), d. h. 29,2 %, gemeinsam. Wenn auch diese geringe Faunenübereinstimmung teilweise auf ökologische Unterschiede zurückgeführt werden kann — in beiden Horizonten der Unteren *Silvana*-Schichten fehlen die hygrophilen Kleingastropoden der Uferzone, in den weit verbreiteten Flammenmergeln sogar zudem sämtliche Süßwassermollusken, bleiben doch gravierende faunistische Divergenzen. Bezeichnende Landschneckenelemente der Unteren *Silvana*-Schichten sind so in Sandelzhausen nur untergeordnet, an Zahl viel geringer oder überhaupt nicht vertreten. Außerdem fehlt in der Fundschicht die nach Wenz (1920, 1924) neben der Art 20. zweite charakteristische Häufigkeitsform und nach Jooss (1923, 201) alleinige Leitform der Unteren *Silvana*-Schichten *Cepaea dentula* (Quenstedt). Faunistisch und altersmäßig ist die Fundschicht deutlich von den Unteren *Silvana*-Schichten verschieden; sie muß jünger eingestuft werden.

Auch der biostratigraphische Vergleich mit den altobermiozänen Lepolithkalken des Riesgebietes läßt unterschiedliche Altersstellung erwarten. Von der artenarmen, fast reinen Landschneckenfauna der Lepolithkalke (Dehm 1931, Gall 1971) sind nur 5 (5., 11., 14., 20., 21.) Arten (12,2 %) auch in Sandelzhausen vertreten. Neben diesen Unterschieden in der Gesamtfauna weist das zahlenmäßige Zurücktreten der in der Fundschicht vielfach belegten charakteristischen Häufigkeitsformen der Mittleren *Silvana*-Schichten in den Lepolithkalken auf Altersverschiedenheit hin. Die Artengesellschaft der Lepolithkalke, als deren Alter auf Grund der Gastropodenfauna etwa unteres Torton (Gall 1971, 123) anzunehmen ist, führt zudem mehrere, in Sandelzhausen fehlende Elemente, die für die oberhelvetischen Helicidenmergel (Jooss 1923) bezeichnend sind. Die Fundschicht Sandelzhausen ist so mit Sicherheit jünger einzustufen als die Lepolithkalke des Riesgebietes.

Sehr weitgehende faunistische Übereinstimmungen ergeben sich aus dem Vergleich vorliegenden Materials mit dem aus den molluskenreichen obermiozänen Braunkohlentonen von Undorf bei Regensburg. Deren Gastropodenfauna (Clessin 1877, 1885, 1894; Flach 1890; Wappenschmitt 1936) stellt nach Wenz (in Wappenschmitt 1936, 57) ein tortones Alter sicher. Insgesamt sind 28 Arten (68,3 %), davon 17 Land- und 11 Süßwassergastropoden, sowohl in Undorf als auch

in Sandelzhausen vertreten; darunter stratigraphisch verwertbare Arten wie 14., 18., 21., 28., 32., 40. und 44.. Zudem konnten 3 Elemente (27., 30., 37.) aus der Fundschicht ausschließlich mit Arten aus Undorf verglichen werden. Trotzdem ist die biostratigraphische Korrelation derzeit nicht durchführbar, weil die Fauna aus Undorf noch nicht genügend bekannt ist. Auch das starke Zurücktreten der Cepaeen-Arten in Undorf — 20. ist nicht nachgewiesen, 21. nur in wenigen Kümmerformen vertreten — kann nicht biostratigraphisch ausgewertet werden, sondern ist auf spezielle ökologische Faktoren zurückzuführen.

Der Vergleich der Molluskenfauna aus Sandelzhausen mit der aus den Braunkohlentonen, Süßwassermergeln und -kalken von Rein und Strassgang bei Graz (Steiermark) zeigt nur insgesamt 11 gemeinsame Arten (26,8%), 7 Landschnecken- und 4 Süßwasserschneckenformen. Von den in beiden Horizonten auftretenden Landschnecken sind die Arten 18., 20. und 32. von stratigraphischer Bedeutung, sie sprechen für Torton. Die steiermärkische Fauna ist gekennzeichnet durch das Fehlen der in Sandelzhausen zahlreich nachgewiesenen Heliciden-Arten 14. und 21. sowie durch das Auftreten der Spezies 20.; dadurch ist sie mit einiger Sicherheit älter einzustufen als die Fauna der Fundschicht.

Die faunistischen Beziehungen zwischen Sandelzhausen und dem Calcaire lacustre de l'Armagnac der Lokalität Sansan (Dép. Gers) erweisen sich als relativ eng. Insgesamt sind 16 Gastropodenarten (39%) von beiden Fundstellen beschrieben (3., 10., 11., 18.—20., 24., 26., 31. als Landschnecken; 33., 35., 38., 39., 41., 42., 45. als Süßwasserformen), von denen die Arten 3., 31., 39. und 41. bisher nahezu ausschließlich aus Sansan bekannt waren (Wenz 1923—1930). Der große Individuenreichtum der Art 20. in Sansan, bei gleichzeitigem völligem Fehlen der bezeichnenden Häufigkeitsformen 14. und 21. (Bourguignat 1881), läßt jedoch trotz der weitgehenden faunistischen Übereinstimmungen keine Altersgleichsetzung zu. Die Fauna von Sansan muß vielmehr stratigraphisch tiefer liegen als die von Sandelzhausen. Von Cicha et al. (1972) wird die Lokalität Sansan im neuen Gliederungssystem der marinen Ablagerungen in der zentralen Paratethys säugetierpaläontologisch der Děvíner Folge des Badens zugeordnet; die Fundschicht Sandelzhausen, deren Wirbeltierfauna bisher erst kleinerenteils detailliert bearbeitet ist, wird in der gleichen Folge geringfügig jünger vermutet. Mit diesem Ergebnis harmoniert die biostratigraphische Korrelation mit Mollusken.

Mit der anhand der Mollusken getroffenen biostratigraphischen Altersstellung der Fundschicht Sandelzhausen kann jedoch die von Gregor (in Fahlbusch & Gall 1970, 370 ff.) durchgeführte lithostratigraphische Zuordnung mit einiger Sicherheit nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Gregor parallelisiert die Fundschicht mit der Sand-Mergel-Decke (SMD) in einem Profil zwischen Nördlichem Vollschotter (NVS) und Hangendserie (HGS). Die SMD liegt an der Obergrenze des NVS (Batsche 1957, Herold 1970); in ihrem stratigraphischen Niveau treten die ± horizontbeständigen Bentonite des Raumes Mainburg-Landshut auf, deren Glastuffe nach absoluten Altersbestimmungen (Gentner et al. 1969) zeitliche Koinzidenz mit Suevitgläsern aus dem Nördlinger Rieskrater zeigen, dessen Entstehungszeitpunkt auch auf paläontologisch-stratigraphischem Wege mit jüngerem (Dehm 1962) bzw. oberem (Gall 1971, 143) Torton relativ genau ermittelt werden kann. Für die Bentonite und damit auch die SMD ist so gleiches Alter gesichert; eine Parallelisierung von SMD und älterer Fundschicht ist nicht durchführbar. Dieses Ergebnis wird durch Befunde im SW-Vorries abgesichert, wo bei Dischingen (Gall 1971) fossilreiche Mittlere *Silvana*-Schichten, faunistisch und altersmäßig vergleichbar mit der Fundschicht, erst nach einer Sedimentations- und einer sich

Molluskenfauna Sandelzhausen	OSM Niederbayern	*Silvana*-Schichten	Mittlere *Silvana*-Schichten	Untere *Silvana*-Schichten	Lepolithkalke	Undorf	Rein, Strasgang	Sansan
Lamellibranchiata								
1. *Sphaerium* sp.								
2. *Pisidium* sp.								
Gastropoda								
3. *Testacella larteti larteti* DUPUY								X
4. *Vitrina* cf. *suevica suevica* SANDBERGER		X	X			X		
5. *Archaeozonites costatus costatus* SANDBERGER	X	X	X		X	X	X	
6. *Zonitoides silvanus* WENZ		X	X	X				
7. *Janulus* cf. *supracostatus* (SANDBERGER)		X	X					
8. *Limax* sp.								
9. *Milax* sp.								
10. *Discus (Discus) pleuradra pleuradra* (BOURGUIGNAT)		X	X	X		X		X
11. *Leucochroopsis kleini kleini* (KLEIN)	X	X	X	X	X	X	X	X
12. *Helicodonta (Helicodonta) involuta scabiosa* (SANDBERGER)		X	X	X		X		
13. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) extinctus* (RAMBUR)								
14. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus incrassatus* (KLEIN)		X	X	X	X	X		
15. *Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli* (KURR)	X	X	X			X		
16. *Tropidomphalus ?* sp.								
17. *Klikia (Apula)* sp.								
18. *Klikia (Klikia) giengensis giengensis* (KLEIN)		X	X	X		X	X	X
19. *Hemicycla asperula* cf. *leymericana* (NOULET)		X	X					X
20. *Cepaea eversa larteti* (BOISSY)	X	X	X	X	X		X	X
21. *Cepaea silvana silvana* (KLEIN)	X	X	X	X	X	X		
22. *Pseudidyla moersingensis zandtensis* (BOETTGER)		X	X					
23. *Palaeoglandina gracilis porrecta* (GOBANZ)	X	X	X			X	X	
24. *Vallonia subpulchella subpulchella* (SANDBERGER)		X	X			X		X
25. *Gastrocopta (Albinula) acuminata acuminata* (KLEIN)		X	X	X		X	X	
26. *Gastrocopta (Sinalbinula) nouletiana nouletiana* (DUPUY)		X	X	X		X		X
27. *Vertigo (Vertigo) callosa cardiostoma* (SANDBERGER)						X		
28. *Pyramidula subteres* (CLESSIN)		X	X			X		
29. *Napaeus ?* sp.								
30. *Carychium eumicron peneckei* FLACH						X		
31. *Carychium nouleti nouleti* BOURGUIGNAT								X
32. *Carychium nouleti gibbum* SANDBERGER		X	X			X	X	
33. *Lymnaea turrita turrita* (KLEIN)		X	X			X	X	X
34. *Radix (Radix) socialis socialis* (ZIETEN)								
35. *Radix (Radix) socialis dilatata* (NOULET)	X	X	X	X		X	X	X
36. *Radix (Radix) socialis praelongata* (GOTTSCHICK & WENZ)		X	X					
37. *Galba (Galba) subtruncatula* (CLESSIN)						X		
38. *Planorbarius cornu mantelli* (DUNKER)	X	X	X	X		X	X	X
39. *Planorbarius* cf. *sansaniensis* (NOULET)								X
40. *Gyraulus (Gyraulus) albertanus* (CLESSIN)		X	X			X		
41. *Gyraulus (Gyraulus)* cf. *gouscardianus* (NOULET)								X
42. *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis ludovici* (NOULET)		X	X			X	X	X
43. *Gyraulus (Gyraulus) trochiformis kleini* (GOTTSCHICK & WENZ)		X	X			X		
44. *Hippeutis subfontanus subfontanus* (CLESSIN)		X	X			X		
45. *Segmentina larteti larteti* (NOULET)		X	X			X		X
46. *Ancylus deperditus* cf. *deperditus* (DESMAREST)		X	X			X		
47. *Pomatias* sp.								
48. *Bithynia glabra glabra* (ZIETEN)		X	X			X		
49. *Bithynia* sp.								
50. *Valvata (Cincinna)* cf. *radiatula radiatula* SANDBERGER		X	X					
51. [illegible]								

Tabelle 1: Synoptische Tabelle der Molluskenfauna aus der Fundschicht von Sandelzhausen.

anschließenden Abtragungs- und Reliefbildungsphase von Bunten Trümmermassen als Sprengschutt aus dem Rieskessel (= altersgleich mit den Bentoniten bzw. der SMD) überdeckt wurden. Gegen die Parallelisierung der Fundschicht mit der SMD spricht auch die topographische Position der in unmittelbarer Nähe von Sandelzhausen erschlossenen Bentonit-Vorkommen in einem nahezu 40 m höheren Niveau sowie die Unbeständigkeit des nur in Sandelzhausen fossilführenden Mergelhorizontes, der sehr starke Mächtigkeitsschwankungen auf geringe Lateralerstreckung und Aufspaltung in mehrere Horizonte zeigt.

Die Fundschicht Sandelzhausen muß demnach als ein Zwischenmergel im NVS betrachtet werden. Der NVS, im Profil unter der SMD und so gänzlich vor dem höheren Torton sedimentiert, ist mit Sicherheit in den Grobschottern im Liegenden der Fossil-Lagerstätte repräsentiert; die hangenden Feinkiese dürften kleinerkörnigen NVS vertreten, doch kann eine Parallelisierung mit in einer Erosionsrinne lagernder HGS nach den bisherigen Befunden nicht völlig ausgeschlossen werden.

IV. Paläoökologie

Die Rekonstruktion der ökologischen Verhältnisse zur Zeit der Sedimentation der Fundschicht Sandelzhausen mit Hilfe der Molluskenfauna kann nur in groben Zügen erfolgen, da die Mollusken nur eine der Komponenten der ehemaligen Biozönosen bilden und sich ihre Umweltsansprüche überwiegend nur im Vergleich mit rezenten Formen und Gesellschaften ableiten lassen. Diese Analogieschlüsse gehen zudem davon aus, daß sich die ökologischen Ansprüche eines Taxons während der gesamten Existenzdauer nicht nennenswert geändert haben; diese Voraussetzung wird aber von manchen Arten bereits im Laufe des Quartär nicht erfüllt (Ložek 1964, 39). Zusätzliche Unsicherheiten bringt die Tatsache, daß unter den Mollusken heute ausgestorbene Gattungen auftreten, deren ökologische Ansprüche nur indirekt festzulegen sind. Bei Arten mit noch lebenden Gattungen bestehen Möglichkeiten der Biotopsrekonstruktion über verwandte rezente Arten vor allem bei ähnlichen Umweltsansprüchen aller lebenden Arten. Die Auswertung der gesamten Molluskengesellschaft, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der lithofaziellen Befunde, ermöglicht jedoch eine ausreichend genaue Rekonstruktion der ehemaligen Umweltsverhältnisse der Fossil-Lagerstätte, die durch die Ergebnisse mittels der übrigen Fossilgruppen überprüft und ergänzt werden kann.

Die ökologische Charakterisierung der mit der Fauna aus Sandelzhausen verglichenen rezenten Mollusken stützt sich insbesondere auf die Arbeiten von Geyer (1927), Ehrmann (1933), Wenz (1938—44) und Ložek (1964).

Das Gesamtfaunenbild der Mollusken aus der Fundschicht (vgl. Tab. 1) bestimmen die überwiegend wohl postmortal in den Sedimentationsraum über mehr oder weniger große Wegstrecken eingeschwemmten allochthonen und parautochthonen Landschnecken mit insgesamt 31 Taxa (3.—32., 47.); die autochthonen Süßwasserbewohner (Muscheln und Wasserschnecken) treten dagegen mit 20 Taxa (1., 2., 33.—46., 48.—51.) zurück. Die ausgesprochen allochthonen, relativ weit transportierten Landschnecken bleiben dabei größtenteils individuenarm, die parautochthonen Elemente (6., 7., 24., 27., 30.—32.) — wie die nur geringfügig verfrachteten kleinen Landschnecken der vernäßten Ufergürtel bezeichnet werden sollen — treten dagegen mit z. T. großer Individuenzahl (etwa 32. mit n = 160) in Erscheinung. Unter den Süßwassermollusken sind die Wasserschnecken am individuenreichsten, vor allem mit den Arten 33., 35., 38. und 43. (n bis 300).

Alle diese Faunenelemente des Süßwasserbiotops und Sedimentationsbeckens selbst sowie der verschiedensten ökologischen Bereiche der näheren und weiteren Umgebung wurden im Sediment der Fundschicht konzentriert vereinigt und liegen als Thanatozönose (sensu Böger 1970) vor.

Ein Überblick über sämtliche bis jetzt belegten Fossilgruppen und ihre Einordnung in die nach dem Biotop unterschiedenen Gruppen autochthon, parautochthon und allochthon findet sich bei Fahlbusch et al. (1972).

Die ökologischen Verhältnisse des Sedimentationsraumes werden durch die Süßwasserorganismen charakterisiert. Als zuverlässige Zeugen limnischen Milieus im Ablagerungsbecken gelten unter den Mollusken die süßwasserbewohnenden Lamellibranchiaten und Gastropoden. Die Muscheln sind autochthone Elemente, der Ablagerungsraum war auch ihr Lebensraum; sekundäre Umlagerungen über ± geringe Entfernungen müssen jedoch auch bei ursprünglich autochthon eingebetteten Organismen in Betracht gezogen werden, so daß u. U. eine reine Taphozönose vorliegt. Nachgewiesen sind von den Lamellibranchiaten nur Cyreniden (1., 2.), deren rezente Vertreter den ufernahen, feinsandig-schlammigen Grund wenig bewegter und stehender Gewässer oder pflanzenreiche Sümpfe, verlandete Seen, Altwässer, Tümpel, selbst kleinste Naßstellen und periodische Lachen — fast außerhalb des Wassers — besiedeln. Verdeutlicht werden die Biotopsverhältnisse durch das Fehlen der in anderen limnischen Ablagerungen nicht seltenen Großmuscheln aus der Familie der Unionidae, die als anspruchsvollere Süßwassermuscheln größere und tiefere, fließende, aber auch stehende Gewässer bewohnen. Ihre ökologischen Ansprüche — überwiegend klares, sauberes Wasser — dürften in Sandelzhausen nicht erfüllt gewesen sein.

Unter den nekrozönotischen Elementen treten die Süßwassergastropoden ganz besonders hervor. Sie zeigen überwiegend das Bild einer Gesellschaft, die in seichten Seen und Tümpeln mit stehendem oder schwach fließendem Wasser zwischen großenteils üppigem Pflanzenwuchs günstige Lebensbedingungen vorfand. Bezeichnend sind Vertreter der Familien Lymnaeidae, Planorbidae und Bithyniidae, von denen Nr. 33. für ausgesprochen ruhige, stehende Gewässer verschiedener Art (Altwässer, Seen, Teiche, beständige Sümpfe) spricht. Alle anderen, gleichfalls individuenreich auftretenden Arten (34.—36., 38., 39., 44., 48., 49.) bevorzugen zwar ebenfalls pflanzenreiche Stillwasserteile in Altwässern, Teichen und Seen, gehen aber auch in langsam fließendes Wasser von abgelegenen Buchten größerer Flüsse. Die rezenten Vertreter von 48.—49. werden gelegentlich sogar unter Steinen in rasch fließenden Flüssen und Bächen angetroffen. Die Taxa 38., 39., 48., 49. können gelegentlich wohl auch periodische Sümpfe und Tümpel in den Auen größerer Flüsse ebenso besiedeln wie die lagenweise massenhaft auftretenden Gyraulen (40.—43.), die sich heute an die unterschiedlichsten ökologischen Bedingungen anpassen können. Nur noch selten an permanente, stehende, seichte, pflanzenreiche Gewässer gebunden sind die Arten 37., 45. und 50.; sie dürften sogar überwiegend periodische Tümpel auf den Auwiesen und in den Auwäldern (50.) sowie periodische Sümpfe und Wiesensümpfe (37., 45.) bevorzugt haben. Rezente Vertreter der Gattung *Galba* (37.), die unter den anteilsmäßig etwas zurücktretenden sumpfliebenden Formen neben *Segmentina* (45.) noch mit etwas größerer Individuenzahl vorliegt, können sogar längeres Trockenfallen vertragen. Im Gegensatz dazu verweist das Auftreten von *Theodoxus* (51.) auf verhältnismäßig große, sauerstoffreiche Gewässer mit Wellenschlag (Schlickum 1966, 331). Gehäusemorphologisch ist diese

Gattung aber auch optimal an eine Lebensweise in fließenden Gewässern angepaßt. Als ausgesprochene Form fließender Gewässer kann *Ancylus* (46.) gelten, das im bewegten Wasser der Flüsse und Bäche an Steinen, selten auf Blättern von Pflanzen festsitzt, vereinzelt aber auch in der wellenbewegten Uferzone von Seen auftritt.

Mit Hilfe der zwar an Arten-, nicht aber Individuenzahl überwiegenden Landschnecken können die ökologischen Verhältnisse der unmittelbaren Umgebung sowie des m. o. w. weit entfernten Hinterlandes des Gewässers, mit all seinen Kleinbiotopen, ausreichend rekonstruiert werden. Alle Landschnecken wurden — in der Regel postmortal — über m. o. w. weite Strecken, verbunden mit teilweiser Aussonderung und Umgruppierung, in das Sedimentationsbecken, den Lebensraum der Süßwassermollusken, eingeschwemmt. Sie bilden die taphozönotischen Elemente vorliegender Thanatozönose. Die kleinen hygrophilen Landschnekken (6., 7., 24., 27., 30.—32.) wurden aus der nassen Uferregion des Süßwasserbekkens über nur geringe Wegstrecken in den Ablagerungsraum transportiert (parautochthone Elemente). Sie sind z. T. individuenreich vertreten, vor allem Nr. 32. ($n \sim 160$). Hohe Feuchtigkeitsansprüche dürften durchwegs die Arten 6., 7., 30.—32. gestellt haben. Ihre rezenten Verwandten finden sich bevorzugt an sehr feuchten bis nassen Standorten wie Talwiesen, Sümpfen, sumpfigen Ufergürteln und Auwäldern. Vom Saum der Gewässer etwas abrücken konnten die Arten 24. und 27., die zwar ebenfalls überwiegend hygrophil, jedoch nicht ausgesprochen sumpfbewohnend oder wassergebunden gewesen sein dürften. Einzelne ihrer rezenten Vertreter können die Rasen sonniger Hänge, gelegentlich sogar halbxerotherme oder xerotherme Felsareale besiedeln. Gemeinsame Eigenschaft ist in jedem Falle ihre Waldfeindlichkeit; sie sind Bewohner von Biotopen der offenen Landschaft.

Die Chondriniden (25. und 26.) zählen nach Wenz (1916, 173) als Bewohner der sumpfigen Uferränder gleichfalls zu dieser ökologischen Gruppe hygrophiler Landschnecken, worauf der Individuenreichtum in der Fundschicht ($n = 13$ bzw. 57) hinweist. Allerdings bevorzugen nach Ložek (1964) einige quartäre Arten auch ausgesprochen warme Biotope, z. T. Hangwälder mit Südexposition.

Im Faunenbild der allochthonen, aus wasserferneren Biotopen des Hinterlandes in das Sedimentationsbecken eingeschwemmten Landschnecken fällt auf, daß nur eine einzige Art (28.) — dazu nur mit 1 Exemplar — der ausgesprochen xerothermen Standorte vertreten ist. In Sandelzhausen fehlen die in ökologisch und zeitlich vergleichbaren Ablagerungen, etwa in den Mittleren *Silvana*-Schichten nicht seltenen Gattungen wie *Oxychilus, Abida, Cochlicopa* etc., die als kalkholde Formen zumeist im Rasen trockener, sonniger Hänge und an xerothermen Felsen gelebt haben dürften. Auch die mehr xerophile Gattung *Tudorella* konnte nicht nachgewiesen werden. Derart trocken-warme, offene Biotope mit freiliegenden Kalkgeröllen und -steinen scheinen in Sandelzhausen nur ganz untergeordnet an engbegrenzten, lokalen Stellen ausgebildet gewesen zu sein.

Die Taxa 9. und 23. dürften wärmere und trockenere Standorte der offenen Landschaft zwischen lockeren Geröllen und Steingetrümmer bevorzugt, als bewegliche Raubschnecken aber auch die feuchteren Biotope ihrer Beute — überwiegend Heliciden — aufgesucht haben. Nach Arten- und Individuenanzahl beherrscht die ökologische Gruppe der hemihygrophilen Bewohner von Wald und Gebüsch das Faunenbild der allochthonen Landschnecken. Als ausgesprochene Waldarten dürfen die Formen 5., 11., 12. und 29. erachtet werden, deren rezente Vertreter vorwiegend

unter totem Laub, krautartigen Pflanzen, dichtem Gebüsch und Steinen oder an Baumstämmen (29.) in feuchten Wäldern, häufig in Auwäldern der Flußniederungen, leben. Standorte mesophiler Prägung vorwiegend im Wald, bei hinreichender Deckung aber auch im offenen Gelände, dürften auch die Arten 4., 8., 10., 17., 18. und 22. bevorzugt haben. Bezeichnende Vertreter der mittelfeuchten Standorte in lichten Wäldern und Gebüschen dürften die meisten Cepaeen-Arten, etwa 21., sein. Bei *C. eversa larteti* (20.) liegt jedoch auf Grund der Faunenvergesellschaftungen der Schichten, in denen sie als bezeichnende Häufigkeitsform vorkommt (Flammenmergel, *Larteti*-Schichten, Wenz 1920, 1924; Lepolithkalke, Gall 1971), der Verdacht nahe, daß sie, wie die rezente *Cepaea vindobonensis*, mehr trocken-warme Standorte (grasige Steppenhänge mit Sträuchern und Gebüsch, xerotherme Felsen) bevorzugte. Ähnlich wie 21. dürften auch die Arten 3., 13.—15., 19. und 47. an mäßig feuchten und zugleich warmen Standorten unter Fallaub, an Sträuchern und Steinen (47. ausgesprochen kalkhold) in lichten Wäldern, im Buschwerk, nur bei ausreichender Deckung auch in der offenen Landschaft, gelebt haben.

Diese ökologische Charakterisierung der Molluskenfauna läßt in groben Zügen etwa folgendes L e b e n s b i l d rekonstruieren: Ablagerungsraum war ein überwiegend stehendes Kleingewässer, in dessen Bodensediment die Mollusken, zusammen mit Vertretern anderer Fossilgruppen, konzentriert eingebettet wurden. Die wasserbewohnenden Mollusken sprechen für ein m. o. w. großes und länger bestehendes, zumindest zeitweise sehr pflanzenreiches und ruhiges, höchstens schwach fließendes Süßwasserbiotop altwasserähnlichen Charakters mit schlammigem Grund. Randlich lockerte sich das Gewässer in zeitweise sehr breite, z. T. wohl nur periodisch bestehende Sumpfgürtel, übergehend in Auwiesen und -wälder, auf. Für episodische, m. o. w. starke fluviatile Beeinflussung dieses Ablagerungs- und Lebensraumes sprechen neben der Fazies auch einige Elemente der Süßwassermolluskenfauna. Die Vielzahl der hygrophilen landbewohnenden Kleingastropoden verweist auf ausgedehnte, mäßig feuchte bis nasse und sumpfige Uferzonen mit Ufer- und Auwäldern sowie offenen Auwiesenflächen in unmittelbarer Nachbarschaft des Gewässers. Lichte Laub- oder Mischwälder und Buschwerk mit nur mittelfeuchten Biotopen, überwiegend auf weiten Talauen, schlossen sich an. Der Arten- und vereinzelte Individuenreichtum ihrer hemihygrophilen Bewohner belegt ihre große Ausdehnung. Einzelne offene Kleinbiotope lassen sich aus xero-, thermo- und petrophilen Arten untergeordneter Bedeutung rekonstruieren. Wahrscheinlich waren diese an freiliegende Schotterflächen oder m. o. w. steil geböschte Hänge einer breiten Flußniederung, in größerer Entfernung des Gewässers, gebunden.

V. Die Verteilung der Mollusken im Vertikalprofil der Fundschicht

Bei den systematischen Grabungen wurden in der Fundschicht nach der Fazies verschiedene Schichten ausgeschieden (Fahlbusch & Gall 1970; Fahlbusch et al. 1972). In ein schematisiertes Vertikalprofil (Haupthorizonte maßstabsgetreu nach Planquadrat 8-G) wird im M o l l u s k e n d i a g r a m m (Abb. 3) die absolute Individuenzahl (n) — nach Größenordnungen gegliedert — von allen aus der Fundschicht bisher horizontiert entnommenen Taxa in rechtsseitiger Silhouette an senkrechter Linie konstruiert. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Taxa soll nur schematisch mit Streifen, deren Stärke der absoluten

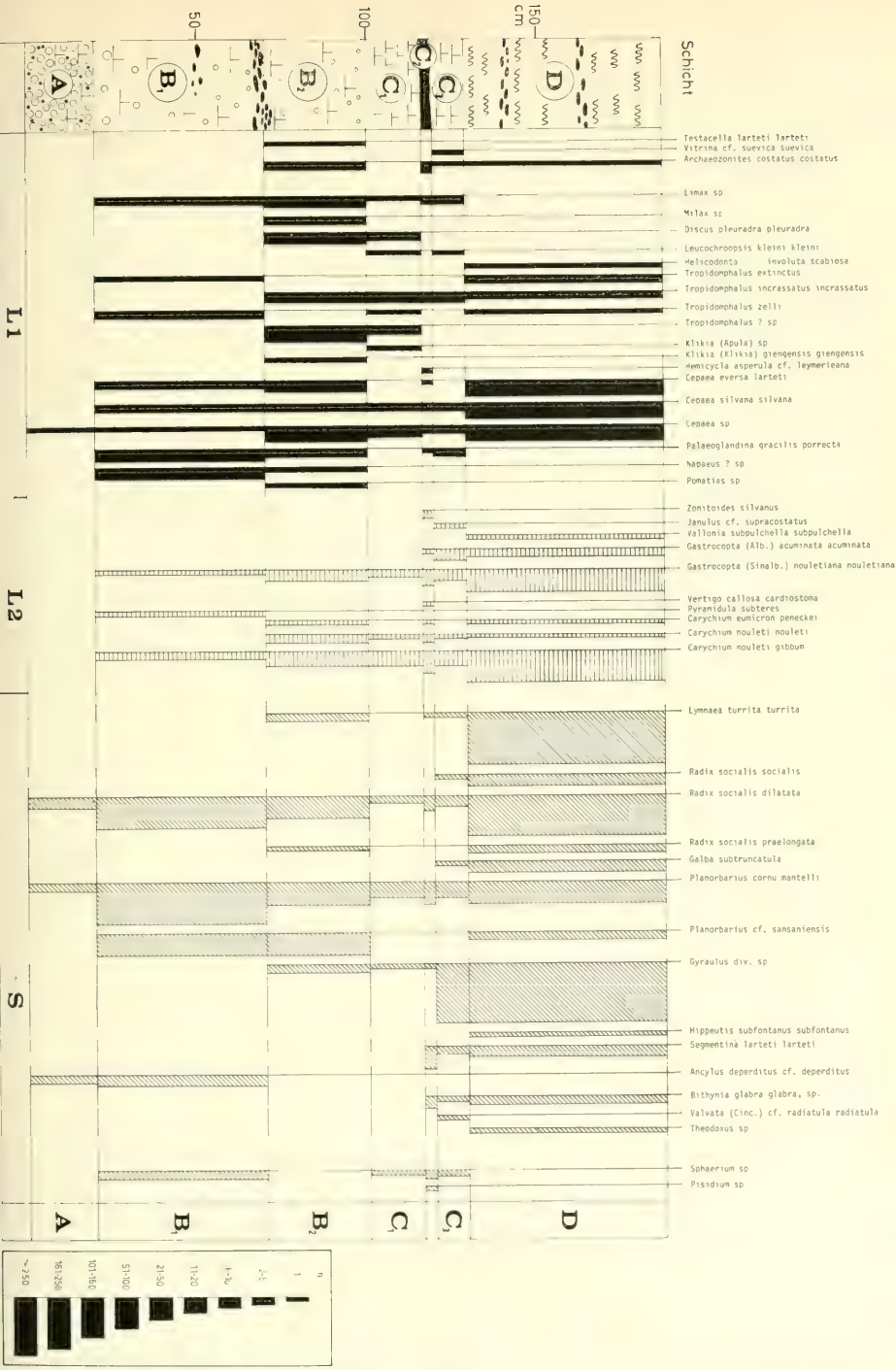


Abb. 3: Molluskendiagramm der Fundschicht von Sandelzhausen. Erklärung s. S. 26 ff.

Individuenzahl entspricht, über eine ganze Schicht dargestellt werden, da jede andere Darstellungsmethode genauere Ergebnisse nur vorgetäuscht hätte. Es mußten nämlich die unterschiedlich gewinnbaren und nur grob horizontierten Funde wegen des raschen lateralen und vertikalen Fazieswechsels der Fundschicht über die großflächige Grabungsstelle hinweg in ein Schemaprofil gebracht werden. Die Diagramme sagen damit nichts über die relative Häufigkeit und die detaillierte Verteilung der einzelnen Taxa in den Schichten aus und können wegen der pauschalen Balkendarstellung auch nicht zur Festlegung von Lage und Schärfe der Schichtgrenzen herangezogen werden. Die Mollusken sind in ökologischen Gruppen zusammengefaßt, die durch unterschiedliche Schraffuren der Silhouettenflächen verdeutlicht werden: L = Landschnecken, L 1 = hemihygrophile Landschnecken vorwiegend der lichten Wälder und des Buschwerks, L 2 = überwiegend hygrophile Landschnecken der Uferzonen und der offenen Graslandschaft; S = Süßwasserschnecken und -muscheln.

Obwohl das fragmentarische Schema nur die ungefähre Verteilung der einzelnen Taxa in der Fundschicht zeigen kann, soll doch über eine Charakterisierung der einzelnen Schichten der Versuch gewagt werden, Veränderungen der ökologischen Verhältnisse, des Ablagerungsraumes und — unter Berücksichtigung der Lithofazies — auch der Sedimentationsbedingungen zu erkennen. Das Molluskendiagramm zeigt deutlich, daß sich während der Sedimentation der gesamten Fundschicht die ökologischen Verhältnisse und die Ablagerungsbedingungen nicht grundlegend geändert haben können, denn in allen Schichten sind sowohl Elemente der autochthonen Süßwasserfauna als auch der eingeschwemmten Landschnecken nachgewiesen. Alle Horizonte der Fundschicht müssen so als Ablagerungen eines Süßwasserbeckens mit permanenter Beeinflussung vom umgebenden Landbereich gedeutet werden. Lithofazies und Größe der fossilen Objekte sprechen dabei für eine dem Hangenden zu stetige Abnahme der anfangs übermächtigen fluviatilen Beeinflussung. Die Dominanz der Süßwasserfauna im höheren Profilteil belegt ein Optimum des limnischen Milieus im Ablagerungsraum zu dieser Zeit.

Im einzelnen sind die hemihygrophilen Landschnecken nach bisheriger Kenntnis von Schicht B_1 bis D gleichmäßig über das Vertikalprofil verteilt; ein kleines Häufigkeitsmaximum liegt in Schicht B_2. Die Verteilung dieser ausgesprochen allochthonen Elemente wird ja in erster Linie durch die Einzugsgebiete, die Größe und Lage der zuführenden Gewässer, das Verhalten der Gehäuse bei längerem Transport und die Vorgänge bei der Sedimentation, ev. Umlagerung und Resedimentation, bestimmt. Die hygrophilen Landschnecken der wassernahen Bereiche sind von Schicht B_1 bis D in annähernd ständig zunehmender Häufigkeit vertreten. Auch die autochthonen Süßwassermollusken, aus Schicht A bis D bekannt, zeigen im höheren Profilteil ein ausgeprägtes Häufigkeitsmaximum, nachdem sie von einem Maximum in Schicht B_1 nach oben zunächst etwa gleichmäßig etwas zurückzutreten scheinen.

In Anlehnung an die bisherigen Vorstellungen der Genese der Fundschicht (Fahlbusch et al. 1972) erscheint ein Versuch der Rekonstruktion der Sedimentationsverhältnisse mit vorliegenden lithofaziellen und mollusken-biostratonomischen Beobachtungen sinnvoll.

Nach Sedimentation des liegenden Schotters entstand in einem flachen Relief, wahrscheinlich in einer alten Flußschleife, bei Sandelzhausen ein Wasserbecken altwasserähnlichen Charakters, dessen tiefste Stellen im Bereich der Fundschicht lagen. Die basale S c h i c h t A belegt als Schotter mit Tonmergel-Komponente ein limnisches Bildungsmilieu mit sehr starker fluviatiler Beeinflussung der ruhig im Wasserbecken abgelagerten Sedimente. Auf heftigere Strömungen verweisen neben den Geröllen überwiegend große Vertebratenreste, gelegentlich mit Abrollungsspuren, so-

wie das Auftreten von *Ancylus*. Die wohl bereits primär relativ spärlich vorhandenen Mollusken dürften zudem größtenteils erheblich beschädigt, zertrümmert und als Bruchschillmaterial vom fließenden Wasser abgeführt worden sein.

In Schicht B_1 müssen auf Grund der Dominanz der Süßwassermollusken primär überwiegend ruhige limnische Sedimentationsverhältnisse geherrscht haben. Schwach fließende Gewässer führten Landschnecken verschiedener Biotope des Hinterlandes zu. Die Vermehrung der Mollusken gegenüber Schicht A ist neben der lithofaziell bedingten besseren Gewinnbarkeit auf die verbesserten Lebens-, Sedimentations- und Erhaltungsbedingungen zurückzuführen. Nach Ablagerung des rein limnischen Sediments müssen jedoch vorübergehende, rasch fließende und kurzfristig sogar erodierende Wässer — sehr wahrscheinlich Hochwässer eines nahegelegenen Flusses (vgl. Fahlbusch et al. 1972) — in diesen Ablagerungsraum eingeströmt sein. Sie lieferten die vor allem für den tieferen Teil der Fundschicht charakteristischen Gerölle, auch größere Vertebratenreste, an. Molluskengehäuse wurden zerstört und feineres Sediment- und Schillmaterial partiell abgeführt. Das resedimentierte Gestein liegt heute als Geröllmergel mit reichlich Mollusken-Bruchschill, chaotisch eingelagert, vor. Die plötzlich einbrechenden Hochwässer beendeten schlagartig die Lebensmöglichkeiten für Süßwassermollusken, was sich in zahlreichen juvenilen Exemplaren äußert. Wenigstens z. T. muß das Bodensediment bereits schwach verfestigt gewesen sein, denn sonst lägen die Muscheln nicht in ausnahmslos doppelklappiger Erhaltung vor. Sie müssen in aufgearbeiteten Sedimentkomponenten geschützt transportiert und resedimentiert worden sein, da bereits eine geringe freie Verdriftung Öffnung und Trennung beider Klappen bewirkt hätte.

In Schicht B_2 wiederholt sich die komplexe Sedimentationsabfolge von Schicht B_1. Die Abnahme der Süßwassermollusken kann auf schlechtere Lebensbedingungen im limnischen Biotop durch seichteres, trüberes und stärker strömendes Wasser zurückgeführt werden, das zugleich mehr allochthone und parautochthone Landschnecken zuführte. Das kleine Häufigkeitsmaximum der hygrophilen Genistfauna könnte auch eine Erweiterung der Randzonen des Wasserbeckens vermuten lassen. Die der ruhigen limnischen Sedimentation wahrscheinlich in einer Hochwasserphase folgende fluviatile Überprägung erreichte nach bisherigen Beobachtungen nicht mehr die in Schicht B_1 gegebenen Ausmaße; kleinere Gerölle und Vertebratenreste sowie geringere Bruchschillmengen weisen darauf hin. Das vermehrte Auftreten von Landschnecken könnte dann auch auf die weniger zerstörend wirkenden fluviatilen Einflüsse zurückgeführt werden.

In Schicht C_1 läßt die weiter verminderte Häufigkeit von nur noch wenigen, anspruchslosen Arten von Süßwassermollusken auf zunehmend schlechtere Lebensbedingungen in einem jetzt vermutlich noch seichteren, möglicherweise langsam verlandenden Altwasserbereich schließen. Die Lebensgrundlagen der hygrophilen Kleingastropoden scheinen dadurch kaum geschmälert worden zu sein. Ausgesprochen allochthone Elemente wurden jedoch nur mehr in relativ geringen Mengen eingeschwemmt. Gastropoden-Bruchschill, lokal lagenweise angereichert, und kleine Gerölle lassen aber auch in dieser Schicht noch episodische fluviatile Beeinflussung geringeren Ausmaßes erkennen.

In Schicht C_2 erreicht die zunehmende Verlandung und Versumpfung ihren Höhepunkt. In der „Kohlelage" treten mm-dünne Lagen aus Ton und organischer Substanz in rhythmischem Wechsel (? „jahreszeitliche" Perioden eines subtro-

pischen Wechselklimas) auf. Die Süßwassermollusken beschränken sich auf wenig anspruchsvolle und an verschiedene Wasserbiotope anpassungsfähige Taxa; individuenreich sind Formen, die auch oder bevorzugt beständige oder periodische Sümpfe bewohnen. Die parautochthonen Landschnecken fanden mit ihrer Vorliebe für feuchte Biotope in den breiten versumpften Uferregionen offensichtlich gute Lebensbedingungen. Von verschiedenen Biotopen des Hinterlandes wurden durch kleinere Bäche in geringen Mengen aber auch allochthone Landschnecken eingeschwemmt. Kleinere Gerölle bezeugen hier ebenfalls eine geringe fluviatile Beeinflussung.

Die Entwicklung bis zur „Kohlelage" war durch zunehmendes Seichterwerden des Altwasserbeckens, schließlich durch fortgeschrittene Verlandung und Versumpfung gekennzeichnet; von nun an erfolgt wieder die Rückentwicklung zum tieferen und ausgedehnteren Gewässer. Dürften im tieferen Teil von Schicht C_3 wieder ähnliche Sedimentationsbedingungen wie in Schicht C_1 gegeben gewesen sein, so herrschte bereits im höheren Teil von Schicht C_3 und dann vor allem in Schicht D eine nahezu reine, ungestörte limnische Entwicklung. Lagenweise Anreicherungen von kleinen Planorbinen in angedeutetem Schichtungsgefüge und eine sehr stark zurücktretende Bruchschill- und Geröllkomponente schließen in diesem Profilbereich turbulente Hochwassereinbrüche aus. Der Dominanz der Süßwassermollusken kommt eine ausgezeichnete Bedeutung zu, auch die hygrophilen Landschnecken erreichen hier ihr Maximum. Unter den hemihygrophilen Landschnecken, fast ausschließlich Heliciden, zeigen die Cepaeen besonderen Fossilreichtum. Durch das Genus *Theodoxus* wird auf ein größeres, tieferes, seeartiges Wasserbecken mit beträchtlichem Wellenschlag verwiesen, das von den breiten Gürteln der wassernäheren und -ferneren Einheiten einer Flußniederungslandschaft begleitet war.

Angeführte Schriften

Batsche, H.: Geologische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse Ostniederbayerns. — Beih. Geol. Jb., **26**, 261—307, 9 Abb., Hannover 1957.

Baumberger, E.: Die Fauna der Silvanaschichten im Tafeljura der Kantone Baselland und Solothurn. — Verh. Naturf. Ges. Basel, **38**, 147—163, Taf. II, Basel 1927.

Berz, K. C. & C. H. Jooss: Über die Altersstellung der tertiären Schichten (Süßwasserablagerungen und bunter Breccie) von Oggenhausen bei Heidenheim a. d. Brenz. — Cbl. Mineral. etc., **1927**, B, 193—208, Stuttgart 1927.

Bittersohl, J.: Geologische und hydrogeologische Untersuchungen im Westteil des Gradabteilungsblattes Siegenburg 7237. — Dipl.-Arb. Univ. München, 97 S., 10 Abb., 18 Taf., München 1971 — [Mskr.].

Blissenbach, E.: Die jungtertiäre Grobschotterschüttung im Osten des bayerischen Molassetroges. — Beih. Geol. Jb., **26**, 9—48, 14 Abb., 6 Tab., Hannover 1957.

Böger, H.: Bildung und Gebrauch von Begriffen in der Paläoökologie. — Lethaia, **3**, 243 bis 269, Oslo 1970.

Boettger, O.: Clausilienstudien. — Palaeontographica, N. F. Suppl. Bd. III, 6. u. 7. Liefg., 122 S., 4 Taf., Cassel 1877.

Bolten, R.: Die obermiozänen „Süßwasserkalke" im Nördlinger Ries. — Diss. Univ. München, München 1973 — [in Druckvorbereitung].

Bourguignat, J.-R.: Histoire malacologique de la Colline de Sansan. — Ann. Sci. géol., **11**, 5, 175 S., 8 Taf., Paris 1881.

Cicha, J., V. Fahlbusch & O. Fejfar: Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **140**, 2, 129 bis 145, 2 Tab., Stuttgart 1972.

Clessin, S.: Die tertiären Binnenconchylien von Undorf. — Correspondenz-Bl. mineral. zool. Ver. Regensburg, **31**, 34—41, Regensburg 1877.

Clessin, S.: Die Conchylien der Obermiocaenen Ablagerungen von Undorf. — Malakozool. Bl., N. F., **7**, 71—95, Taf. VII, Schwanheim 1885.

Clessin, S.: Die Conchylien der obermiocaenen Ablagerungen von Undorf bei Regensburg. — Ber. naturw. Ver. Regensburg, **4**, (1892—1893), 1—13, 1 Taf., Regensburg 1894.

Dehm, R.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Monheim. — N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd., **67**, 139—256, 1 geol. Karte, Stuttgart 1931.

Dehm, R.: Das Nördlinger Ries und die Meteortheorie. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **2**, 69—87, 2 Abb., München 1962.

Ehrmann, P.: Weichtiere, Mollusca. — In: Brohmer, Ehrmann & Ulmer: Die Tierwelt Mitteleuropas, **2**, Mollusca, 264 S., 147 Abb., 13 Taf., Leipzig 1937.

Fahlbusch, V.: Die Cricetiden (Mamm.) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F., **118**, 1—136, 67 Abb., 7 Taf., München 1964.

Fahlbusch, V. & H. Gall: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdeckung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 9 Abb., Taf. 16, München 1970.

Fahlbusch, V., H. Gall & N. Schmidt-Kittler: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1972**, 6, 331—343, Stuttgart 1972.

Flach, K.: Zur obermiozänen Fauna von Undorf bei Regensburg. — Verh. phys.-med. Ges. Würzburg, N. F., **24**, 3, 50—59, Taf. 3, Würzburg 1890.

Gall, H.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 7328 Wittislingen. — 186 S., 17 Abb., 6 Tab., München 1971.

Gebhardt, P.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen auf Blatt Aham 7440 (Niederbayern). — Dipl.-Arb. Univ. München, 93 S., 51 Abb., München 1964 — [Mskr.].

Gentner, W., D. Storzer & G. A. Wagner: Das Alter von Tektiten und verwandten Gläsern. — Naturwiss., **56**, 255—260, Würzburg 1969.

Geyer, D.: Unsere Land- und Süßwassermollusken. Einführung in die Molluskenfauna Deutschlands. — 223 S., 33 Taf., Stuttgart (Lutz KG.) 1927.

Gobanz, J.: Die fossilen Land- und Süßwasser-Mollusken des Beckens von Rein in Steiermark. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **13**, 180—210, 1 Taf., Wien 1854.

Gottschick, F. & W. Wenz: Die Sylvanaschichten von Hohenmemmingen und ihre Fauna. — Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges., **1—3**, 17—113, 1 Taf., Schwanheim a. M. 1916.

Herold, R.: Sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Gesteinen der Molasse Niederbayerns. — Inaug.-Diss. Univ. München, 132 S., 2 Abb., 16 Tab., München 1970 — [Mskr.].

Jooss, C. H.: Die Schneckenfauna der süddeutsch-schweizerischen Helicidenmergel und ihre Bedeutung für die Altersbestimmung der letzteren. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. **49**, 185—210, Taf. 11, Stuttgart 1923.

Ložek, V.: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpravy, **31**, 374 S., 91 Abb., 22 Taf., Prag 1964.

Sandberger, F.: Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. — 1000 S., 36 Taf., Wiesbaden 1870—1875.

Schlickum, W. R.: Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. — Arch. Moll., **95**, 5/6, 321—335, Taf. 12—13, Frankfurt/M. 1966.

Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 3. Suidae (Artiodactyla, Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, 129 bis 170, 23 Abb., 2 Taf., München 1971.

Schwarzbach, M.: Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. — 275 S., 134 Abb., Stuttgart (Enke) 1961.

Wappenschmitt, I.: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. — Abh. Geol. Landesunters. bayer. Oberbergamt, **25**, 1—68, 3 Taf., München 1936.

Wenz, W.: *Gonostoma (Klikia) osculum* Thom. und ihre Verwandten im mitteleuropäischen Tertiär. Eine phylogenetische Studie. — Jb. Nassau. Ver. Naturk. Wiesbaden, **64**, 75 bis 101, 1 Fig., Taf. 4, Wiesbaden 1911.

Wenz, W.: Die Öpfinger Schichten der schwäbischen Rugulosakalke und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., **5**, 162 bis 196, 5 Fig., Taf. 8, Stuttgart 1916.

Wenz, W.: Über das Vorkommen von *Cepaea eversa larteti* (Boissy) in den schwäbischen Silvanaschichten und ihre Bedeutung für deren Gliederung. — Senckenbergiana II, **6**, 151—158, 9 Abb., Frankfurt/M. 1920.

Wenz, W.: Die Flammenmergel der Silvanaschichten und ihre Fauna. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., **12**, 181—186, Stuttgart 1924.

Wenz, W.: Gastropoda extramarina tertiaria (I—XI). — Fossilium Catalogus, I: Animalia: Pars 17, 18, 20, 21, 22, 23, 32, 38, 40, 43, 46, 3387 S., Berlin 1923—1930.

Wenz, W.: Gastropoda. Teil I: Allgemeiner Teil und Prosobranchia (Amphigastropoda und Streptoneura). — Handb. Palaeozool., **6**, 1, XII + 1639 S., 4211 Textabb., Berlin 1938—1944.

Wenz, W. & A. Zilch: Gastropoda. Teil 2: Euthyneura. — Handb. Palaeozool., **6**, 2, XII + 835 S., 2515 Abb., Berlin 1959—1960.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 12 | 33—56 | München, 15. 12. 1972

Taramelliceras, Glochiceras, Ochetoceras (Haploceratacea, Ammonoidea) aus der platynota-Zone (unterstes Unterkimmeridge) der Fränkischen Alb (Bayern)

Von Gerhard Schairer[1])

Mit 11 Abbildungen und Tafel 1—2

Zusammenfassung

Es werden 5 Arten und Unterarten von *Taramelliceras (Metahaploceras)* und 2 Exemplare von *Ochetoceras* aus dem untersten Unterkimmeridge (Weißer Jura Gamma 1, *platynota*-Zone) beschrieben. Zu 2 Arten der Gattung *Glochiceras* werden kurze Bemerkungen gegeben. Weitere aus der Zone bekannt gewordene Arten der Haploceratacea werden in einer Liste wiedergegeben. Anhand horizontierten Materials lassen sich bei einigen Arten von *Taramelliceras (Metahaploceras)* morphologische Veränderungen erkennen, die vermutlich phylogenetische Bedeutung besitzen.

Abstract

This means a description of 5 species and subspecies of *Taramelliceras (Metahaploceras)* and 2 specimens of *Ochetoceras* from the Lowermost Kimmeridgian (Weißer Jura Gamma 1, *platynota*-zone) of the Franconian Alb (Bavaria). Two species of *Glochiceras* are mentioned. Some more species of Haploceratacea are listed which are also known from the *platynota*-zone. Changes of morphological features are recognizable with stratified material in some species of *Taramelliceras (Metahaploceras)* which probably are of phylogenetic interest.

Inhalt

Einleitung 34
Taramelliceras (Metahaploceras) 35
Bemerkungen 51
Glochiceras 52
Ochetoceras 53
Schriftenverzeichnis 54

[1]) Dr. G. Schairer, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Einleitung

Von den Ammonoidea der *platynota*-Zone, die zu den Haploceratacea zu stellen sind, weist die Gattung *Taramelliceras* die größte Formenmannigfaltigkeit (5 Arten bzw. Unterarten) und Variabilität und großen Individuenreichtum (es konnten 165 Stücke geborgen werden) auf. Dazu ist ein Teil der Arten ungenügend bekannt. Daher wird diese Gattung in vorliegender Arbeit bevorzugt behandelt. Häufiger ist die Gattung *Glochiceras* (Schairer 1967, Abb. 61) (hier: 62 Stücke), von der jedoch nur 2 Arten vorliegen. Das Material läßt keine über die Ergebnisse von Ziegler (1958) hinausgehenden Aussagen zu. *Ochetoceras* dagegen ist selten; es sind 2 Stücke vorhanden, eines nur bruchstückhaft erhalten; die beiden Stücke gehören verschiedenen Arten an.

Die Formenfülle der Gattung *Taramelliceras* in der *platynota*-Zone wurde von Wegele (1929) aufgezeigt; von ihm wurden einige Formen neu benannt. Mit einem Teil der Arten setzt sich Hölder (1955) kritisch auseinander. Hier soll nun versucht werden, anhand horizontierten Materials aus Steinbrüchen von Hartmannshof, Kraftsbuch, Schlittenhardt, Ursheim und Weißenburg (Profile dazu in Schairer 1967, S. 5 ff.) eine Übersicht in die Mannigfaltigkeit der Formen zu bringen. Dazu werden folgende Merkmale berücksichtigt und, soweit möglich, quantitativ erfaßt: Nabelweite, Windungshöhe, Windungsbreite, Windungsquerschnitt, Zahl und Ausbildung der Umbilikalrippen, der Lateralrippen, der Marginalrippen, der Marginalknoten, die Ausbildung einer externen Skulptur (Externrippchen, Externknötchen), Lobenlinie. Da das Material nur zum geringen Teil gut erhalten ist, kann eine quantitative Auswertung nicht durchgeführt werden. Um eine Übersicht über die Variabilität zu geben, werden die Werte einiger Merkmale in Diagrammen dargestellt, zu jeder Gruppe wird eine Übersicht der Skulpturvarianten gegeben.

Zur Bezeichnung der einzelnen Lagen werden die Banknummern von Streim in Schmidt-Kaler (1962) herangezogen (vergl. Schairer 1970, Abb. 13, Profilparallelisierung). Es bedeuten: 235: Kalkbank; 235/1: zusätzliche Kalkbank; 234/235: Mergellage zwischen Bank 234 und 235. Die Systematik wurde von Hölder (1955), Arkell et al. (1957), Ziegler (1958), Höroldt (1964) übernommen. Das Material wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, unter Nummer 1967 X aufbewahrt.

Abkürzungen

Dm	:	Durchmesser
K	:	Knoten
Nw, Nw %	:	Nabelweite, Nw in Prozent des Dm
SR	:	Zahl der Lateralrippen auf 1/2 Umgang
UR	:	Zahl der Umbilikalrippen auf 1/2 Umgang
Wb, Wb %	:	Windungsbreite, Wb in Prozent des Dm
Wh, Wh %	:	Windungshöhe, Wh in Prozent des Dm
Wq	:	Windungsquerschnitt

Die Linien in den Diagrammen verbinden die Werte eines Individuums. Die Querstriche in den Tabellen bei UR trennen die Anzahl der kräftigen UR von der Gesamtzahl der UR.

Für ihre Bemühungen um die Zusendung von Originalmaterial danke ich den Herren Prof. Dr. R. Enay, Lyon; Dr. J. Manivit, Orsay; Direktor F. Moitinho de Almeida, Lisboa; Prof. Dr. F. Westphal, Tübingen.

Haploceratacea Zittel 1884
Oppeliidae Bonarelli 1894
Taramelliceratinae Spath 1928
Taramelliceras Del Campana 1904
Metahaploceras Spath 1925

Die untersuchten Arten der Gattung *Taramelliceras* gehören der Untergattung *Metahaploceras* an (Hölder 1955, S. 70; Arkell et al. 1957, L 281). Die Wohnkammer nimmt mehr als die Hälfte eines Umgangs ein. Bei Stücken mit erhaltenem Mundsaum konnte die Wohnkammerlänge zu ca. $^2/_3$ eines Umgangs bestimmt werden. Der Mundsaum ist bikonkav, an der Naht, etwa auf Flankenmitte und auf der Externseite vorgezogen. Die Nw % zeigt artliche Unterschiede und nimmt mit steigendem Dm ab, bei den einzelnen Arten verschieden rasch (Abb. 3h, 5a, 7a, 9a, 11a).

Abb. 1: Lobenlinien (innen durch die Naht begrenzt; in verschiedener Vergrößerung). a—b) *T. (M.) subnereus*, a: Dm 18 mm, b: Dm 60 mm; c—d) *T. (M.) kobyi quenstedti*, c: Dm 20 mm, d: Dm 60 mm (seitenverkehrt); e—f) *T. (M.) kobyi wegelei*, e: Dm 26 mm (seitenverkehrt), f: Dm 50 mm (letzte Lobenlinie); g—h) *T. (M.) rigidium*, g: Dm 15 mm, h: Dm 60 mm.

Die extremen Werte liegen bei verschiedenem Dm um 4—7 % auseinander. Die Wh % verhält sich umgekehrt, sie nimmt mit wachsendem Dm gewöhnlich zu. Die Wb % weist ebenfalls artliche Unterschiede auf und verringert sich mit zunehmendem Dm (Abb. 5b, 9d). Der Wq ist mehr oder weniger deutlich hochoval und wird von den inneren zu den äußeren Windungen schlanker (Abb. 2). Der Nabelrand ist gerundet; die Nabelwand steht auf inneren Windungen senkrecht oder ist steil gegen den Nabel geneigt, bei größerem Dm fällt sie leicht gegen die Externseite hin ein.

Die Skulptur ist innerhalb der einzelnen Arten in ihrer Stärke, der Betonung einzelner Elemente und ihren Merkmalswerten in bestimmten Grenzen variabel (Abb. 3, 4, 6, 8, 10). Die Merkmalswerte für UR und SR weisen z. T. eine deutliche

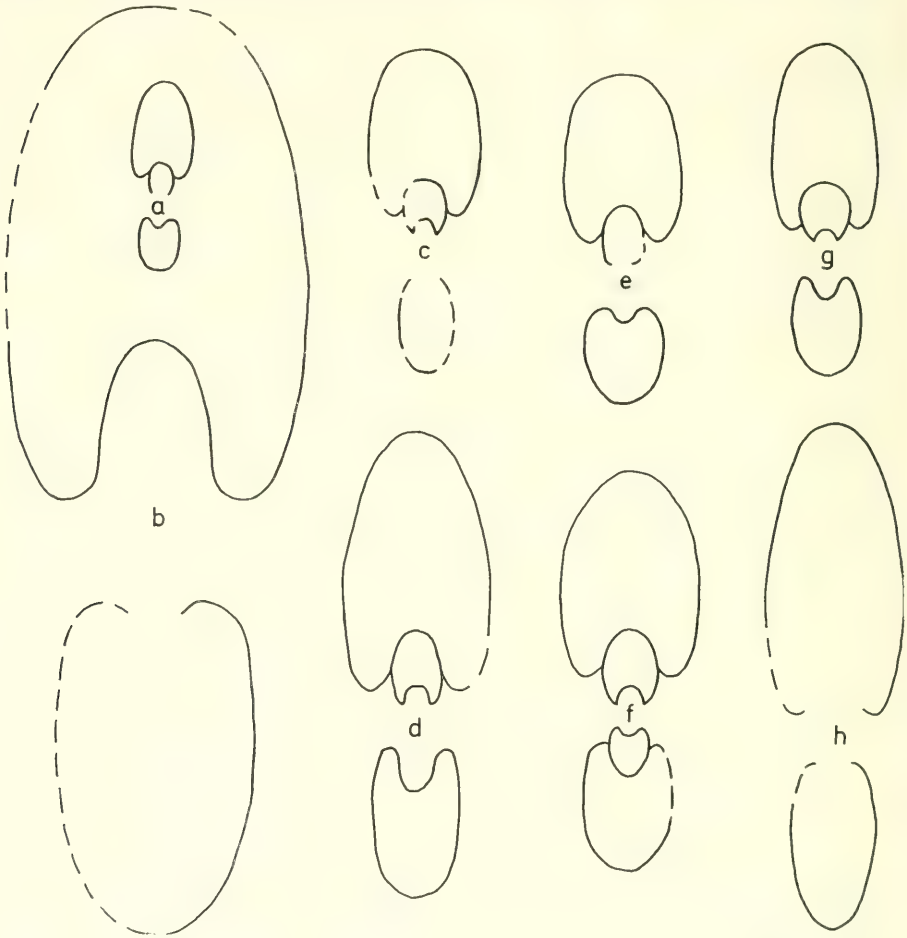


Abb. 2: Querschnitte. a) *T. (M.) litocerum*, Dm 24 mm; b—c) *T. (M.) rigidium*, b: Dm 120 mm, c: Dm 41 mm; d) *T. (M.) kobyi quenstedti*, Dm 58 mm; e—f) *T. (M.) kobyi wegelei*, e: Dm 42 mm, f: Dm 50 mm; g—h) *T. (M.) subnereus*, g: Dm 42 mm, h: Dm 63 mm. (x 1,1).

Variabilität auf (Abb. 3i, 5, 7, 9, 11). Die inneren Windungen scheinen glatt zu sein. Es folgt ein Stadium mit marginaler Berippung, später kommt Umbilikalberippung dazu (vergl. Hölder 1955, S. 48 ff.). Auf der Endwohnkammer kann sich die Skulptur nochmals ändern. Sie verblaßt dort gewöhnlich und kann dazu feiner werden oder besteht aus flachen undeutlichen Wellen. Die Rippeneinheiten sind im allgemeinen prorsiradiat und bikonkav. Sie spalten zum erstenmal etwa auf Flankenmitte zu Lateralrippen auf, dort, wo sie nach vorn gezogen und die UR z. T. verdickt sind. Zu den Lateralrippen können Schaltrippen treten, die z. T. zwischen die UR ziehen. Im marginalen Bereich findet eine weitere Aufspaltung statt, und es sind ebenfalls Schaltrippen vorhanden. Eine externe Berippung ist ausgebildet, sie ist aber häufig aufgrund der Erhaltung schlecht zu erkennen. Manchmal können die Externrippen knötchenartig verdickt sein (vergl. *T. rigidum*). Im marginalen Bereich sind von einem bestimmten Stadium an bei den meisten Arten rippenparallele Knoten vorhanden. Ihre Zahl schwankt innerhalb der einzelnen Art beträchtlich, ebenso ist ihre Form etwas variabel. Außerdem kann die Zahl der Knoten auf beiden Seiten eines Gehäuses verschieden sein, und die Knoten auf der Endwohnkammer können etwas gerundet erscheinen.

Die Lobenlinie (Abb. 1) weist mehr oder weniger deutlich eine doppelte Knikkung der Sattelgrenzen auf und besitzt auf der Flanke 3 Hilfsloben (vergl. Hölder 1955, S. 59 ff., 70). Auftretende Unterschiede scheinen mehr individueller als artlicher Natur zu sein. Sexualdimorphismus konnte nicht festgestellt werden.

Bei Exemplaren verschiedener Arten, die bei geringem Gehäuse-Dm und normaler Skulptur — sie entspricht der der jeweiligen Innenwindungen — eine Wohnkammer aufweisen, handelt es sich wahrscheinlich um jung abgestorbene Individuen (vergl. Hölder 1955, S. 62). Bei einigen Arten, wie z. B. bei *T. subnereus*, ist der Anteil an derartigen Stücken relativ groß.

Bestimmungsschlüssel der beschriebenen Arten und Unterarten von *Taramelliceras (Metahaploceras)*:

Kleinwüchsig, ohne marginale Knoten, recht engnabelig . . . . . *litocerum*
Großwüchsig, mit marginalen Knoten
  dichte, ziemlich feine, auf Flankenmitte häufig verblassende Skulptur, relativ engnabelig . . . . . *subnereus*
  kräftigere und schwächere Skulpturenelemente deutlich abwechselnd
    mäßig kräftige Skulptur, mäßig engnabelig . . . . . *kobyi quenstedti*
    kräftige Skulptur, mäßig weitnabelig . . . . . *kobyi wegelei*
  Skulptur gleichmäßig kräftig, etwas starr . . . . . *rigidum*

Taramelliceras (Metahaploceras) litocerum (Oppel)

Taf. 2, Fig. 2; Abb. 2a, 3a—i, 9d

*v 1863 *Ammonites litocerus* Opp. — Oppel: S. 206, Taf. 53, Fig. 8
v 1929 *Oppelia litocera* Oppel — Wegele: S. 22 (116), Taf. 27 (3), Fig. 4—5 (das Original zu Fig. 5 ist nicht auffindbar)
1955 *Taramelliceras (Metahaploceras) litocerum* (Oppel) — Hölder: S. 122; Abb. 10, 178

Material: 21 Stücke aus der gesamten *platynota*-Zone; Verteilung Tab. 6.

Sonstiges stratigraphisches und geographisches Vorkommen: *planula*-Zone (Oxford), Mittelfranken (Wegele 1929, S. 21 f.); Weißjura Ober-Alpha (Oxford) bis Ober-Gamma = *similis*-Bänke (Unterkimmeridge), Filstal, Württ-

temberg (Veit 1936; S. 77, 79, 91); Weißjura Beta, besonders Unter-Beta (Oxford), Württemberg (Dieterich 1940, S. 30); Weißjura Beta (Oxford), Hauptverbreitung, Südwestdeutschland (Hölder 1955, S. 122); *planula-, galar-,* untere *strombecki*-Zone (Oxford-Unterkimmeridge), Mont Crussol, Ardèche (Karvé-Corvinus 1966, S. 112 ff.); obere *bimammatum*- bis untere *planula*-Zone (Oxford), südl. Hälfte des französischen Jura (Enay 1966, S. 259); *bimammatum*- bis *planula*-Zone (Oxford), Aargau — Klettgau/Randen (Gygi 1969, S. 103); Oxford-Unterkimmeridge, präbetischer Jura von Albacete und Nord-Murcia (Behmel 1970, S. 46).

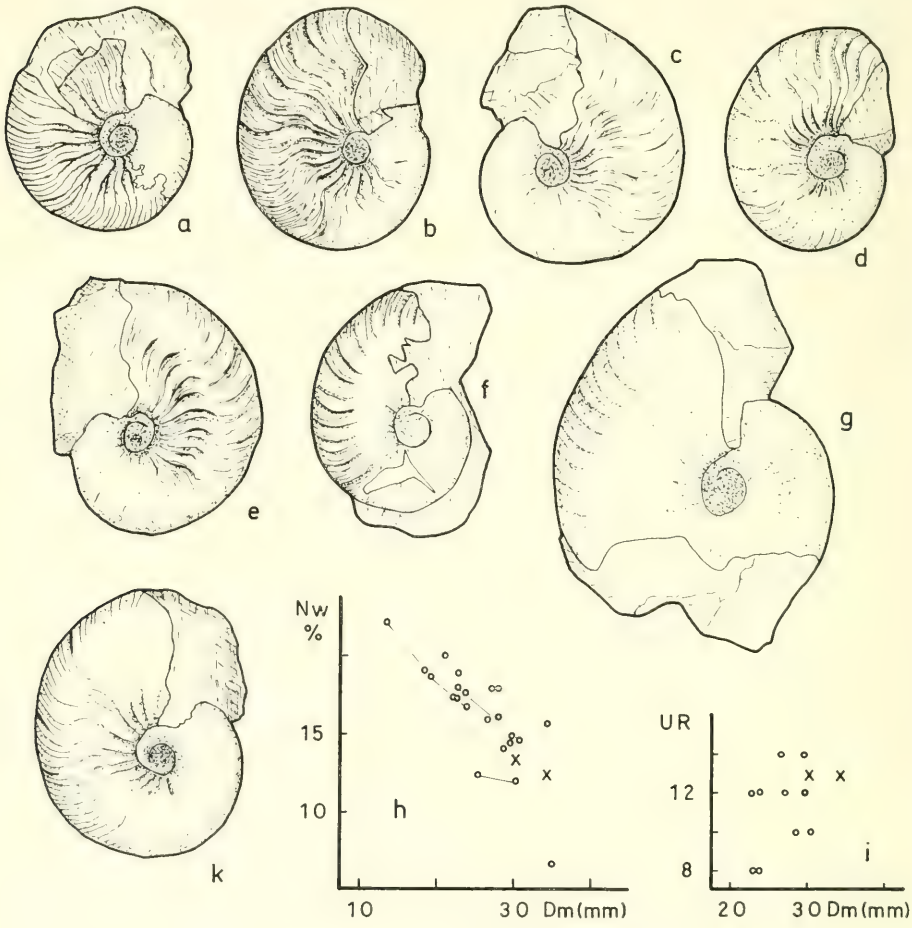


Abb. 3: a—i) *T. (M.) litocerum.* Skulpturvarianten und Diagramme. a: Kraftsbuch, 1967 X 861; b: Hartmannshof, 1967 X 860; c: Kraftsbuch, Bank 243/244, 1967 X 862; d: Kraftsbuch, Bank 247, 1967 X 863; e: Kraftsbuch, Bank 247, 1967 X 864; f: Ursheim, Bank 235, 1967 X 865; g: Kraftsbuch, Bank 247, 1967 X 866; h: Diagramm Nw %/Dm (mm); i: Diagramm UR/Dm (mm). × = Holotyp. (Skulpturvarianten x 1,1)
k: Jugendform von *T. (M.) subnereus,* Kraftsbuch, Bank 246, 1967 X 867. (S. 39). (x 1,1).

Tabelle 1: *T. (M.) litocerum*. Merkmalswerte der abgebildeten Exemplare und des Holotyps

	Dm (mm)	Nw %	Wh %	UR
1967 X 843	23,8	16,8	53,4	ca. 8
	19,2	18,7	50,5	
	13,5	22,2	48	
1967 X 861	23,4	22,2	50,4	ca. 13
1967 X 860	30,2	11,9	54,6	10
	25,2	12,3	52,7	
1967 X 862	29,6	14,9	55,2	14
	22,5	17,3	57	
1967 X 863	28,5	18,9	49,5	ca. 10
(verdrückt)	20,9	16,3	51,6	
1967 X 864	29,6	14,5	52,2	12
1967 X 865	27,8	16,2	52,6	
(verdrückt)				
1967 X 866	34,4	15,7	52,9	
AS VIII 145	34,4	12,5	59,5	13
Holotyp	30,2	13,2	58,6	13

Beschreibung: Kleine Form; Dm von Stücken mit Wohnkammer: 24—45 mm. Nw ziemlich gering (Abb. 3h). Wq außen hochoval, auf inneren Windungen hochoval bis gerundet rechteckig (Abb. 2a). Größte Wb etwas innerhalb Flankenmitte. Externseite auf inneren Windungen mehr oder weniger hochgerundet, gegen Ende der Wohnkammer flacher. Mundsaum auf den Flanken leicht aufgebogen, im Bereich des Vorsprungs auf Flankenmitte gelegentlich flache Rinne vorhanden. Skulptur ziemlich schwach, strähnig-sichelförmig, besonders im umbilikalen Teil stumpf. Die Skulptur kann in ihrer Ausbildung einheitlich sein, alle Rippenteile sind gut zu erkennen (Abb. 3a—b). Häufiger sind einzelne Partien der Rippeneinheiten hervorgehoben: die UR (Abb. 3d), die Umbiegestelle bzw. der Spaltpunkt auf Flankenmitte (Abb. 3e) oder die Marginalrippen (Abb. 3f—g). Es sind dann in diesen Bereichen flache Wellen vorhanden, die häufig eine Längsstreifung zeigen. Bei einigen Exemplaren können auf der Externseite — gegen den Mundsaum hin — kräftige, bogenförmige Einsenkungen beobachtet werden, die in ihrem Verlauf dem des externen Teils des Mundsaums entsprechen. Gegen Ende der Wohnkammer kann die Skulptur feiner und dichter werden.

Knoten scheinen nicht vorhanden zu sein. Gelegentlich ist zu beobachten, daß einzelne Marginalrippen etwas kräftiger ausgebildet sind. Es finden sich aber vereinzelt *litocerum*- ähnliche Exemplare, bei denen einzelne Marginalrippen knotenartig verstärkt sind (Abb. 3k). Diese Stücke besitzen meist eine vollständige Wohnkammer, an deren Ende sich feine Rippeneinheiten drängen. Da ein Schwanken der Dichte und Feinheit der Skulptur bei Individuen von *T. (M.) subnereus* häufiger auftritt und bei sicheren *T. (M.) litocerum* keine Knoten beobachtet wurden, dürfte es sich bei diesen Exemplaren um Jugendformen von *T. subnereus* handeln. Die zur Unterscheidung wichtige Nw ließ sich meist nicht bestimmen.

Differentialdiagnose: Von den Jugendformen von *T. subnereus* unterscheidet sich die Art in der durchschnittlich geringeren Nw und durch das Fehlen regelmäßiger Marginalknoten. Das in der Skulptur ähnliche *T. subsidens* (Fontannes) besitzt einen deutlich weiteren Nabel. Mit *T. acallopistum* (Fontannes) und *T. a. undulatum* Berckhemer & Hölder scheinen Verwechslungen möglich. Formen

mit skulptureller Tendenz zu *T. falcula* (QUENSTEDT) unterscheiden sich von dieser Art durch die geringere Nw.

Taramelliceras (Metahaploceras) subnereus (WEGELE)
Taf. 2, Fig. 1; Abb. 1a—b, 2g—h, 4a—g, 5

? 1876 *Ammonites tenuisculptus,* FONTANNES. — DUMORTIER & FONTANNES: S. 72, Taf. 6, Fig. 5 (Original z. Z. nicht auffindbar)
v 1879 *Oppelia Nereus,* FONTANNES — FONTANNES: S. 39, Taf. 5, Fig. 5
*v 1929 *Oppelia sub-Nereus* n. sp. — WEGELE: S. 25 (119), Taf. 27 (3), Fig. 12
1929 *Oppelia streblitoides* n. sp. — WEGELE: S. 27 (121), Taf. 28 (4), Fig. 1 (Original z. Z. nicht auffindbar)
1955 *Taramelliceras (Metahaploceras) subnereus* (WEGELE) — HÖLDER: S. 130, Abb. 135, 142—145
?? 1966 *Taramelliceras (Strebliticeras) streblitoides* (Wegele), 1929. — ANĐELKOVIĆ: S. 40, Taf. 5, Fig. 1; Taf. 6, Fig. 5
v non 1876 *Ammonites Nereus,* FONTANNES. — DUMORTIER & FONTANNES: S. 62, Taf. 7, Fig. 6 (vergl. HÖLDER 1955, S. 133)

Material: 50 Stücke aus der unteren und mittleren *platynota*-Zone. Verteilung Tab. 6.

Sonstiges stratigraphisches und geographisches Vorkommen: *platynota*-Zone (Unterkimmeridge), Mittelfranken (WEGELE 1929, S. 25); Weißjura Ober-Beta bis Gamma 2 = *Physodoceras*-Schichten (Oxford bis Unterkimmeridge), Filstal, Württemberg (VEIT 1936; S. 79, 82, 85 f.); Weißjura oberstes Beta bis Unter-Gamma (Oxford — Unterkimmeridge), Württemberg (DIETERICH 1940, S. 29); Weißjura Beta bis Gamma (Oxford — Unterkimmeridge), Südwestdeutschland (HÖLDER 1955, S. 130 f.); *planula*-Zone bis *eudiscinum*-Schichten (Oxford — Unterkimmeridge), Mont Crussol, Ardèche (KARVÉ-CORVINUS 1966, S. 112—114); *planula*- bis *hypselocyclum*-Zone (Oxford — Unterkimmeridge), präbetischer Jura von Albacete und Nord-Murcia (BEHMEL 1970, S. 45).

Beschreibung: Recht großwüchsig; größtes Exemplar (mit Teilen des Mundsaums): 120 mm Dm. Nw mäßig groß (Abb. 5a). Wq hochoval (Abb. 2g, h), Externseite ziemlich schmal, hochgerundet, auf inneren Windungen breiter. Größte Wb auf Flankenmitte, dort gelegentlich flacher Wulst vorhanden. Verteilung der Wb: Abb. 5b. Innere Flankenhälfte flach bis leicht konvex, äußere leicht konvex.

Skulptur im allgemeinen recht zart und schwach, einzelne Stücke — vor allem aus höheren Lagen — aber auch mit kräftiger Berippung (Abb. 4a). Skulptur auf innerer Flankenhälfte und im marginalen Bereich meist deutlich, auf Flankenmitte häufig verblassend. Rippendichte im Lauf des Wachstums mehrfach wechselnd. Verteilung von UR und SR: Abb. 5d, c. Im marginalen Bereich rippenparallele, schmale, markante Knoten, die meist opponieren. Ihre Zahl kann auf beiden Seiten verschieden sein. Bei großen Exemplaren (Endgröße 100 bis 120 mm Dm) kann sich die Skulptur auf der Wohnkammer verändern (Beginn der Veränderung bei 70 bis 80 mm Dm). Die Rippeneinheiten bestehen dann aus flachen, prorsiradiaten Wellen, die eine feine Längsstreifung zeigen können. Sie ziehen über die Flankenmitte, wo sie nach rückwärts biegen, hinweg und verflachen. Sie können sich in Büschel feiner Streifen auflösen. Die Marginalknoten sind bei diesen Exemplaren relativ breit, mehr radial ausgerichtet und neigen gelegentlich zur Abrundung. Die Externseite ist z. T. wellig. Es finden sich jedoch auch Stücke, bei denen eine ähnliche Skulpturveränderung schon bei 40—50 mm Dm beginnt (Abb. 4d). Es handelt sich dabei um mikrogerontische Formen (HÖLDER 1955, S. 61 ff.).

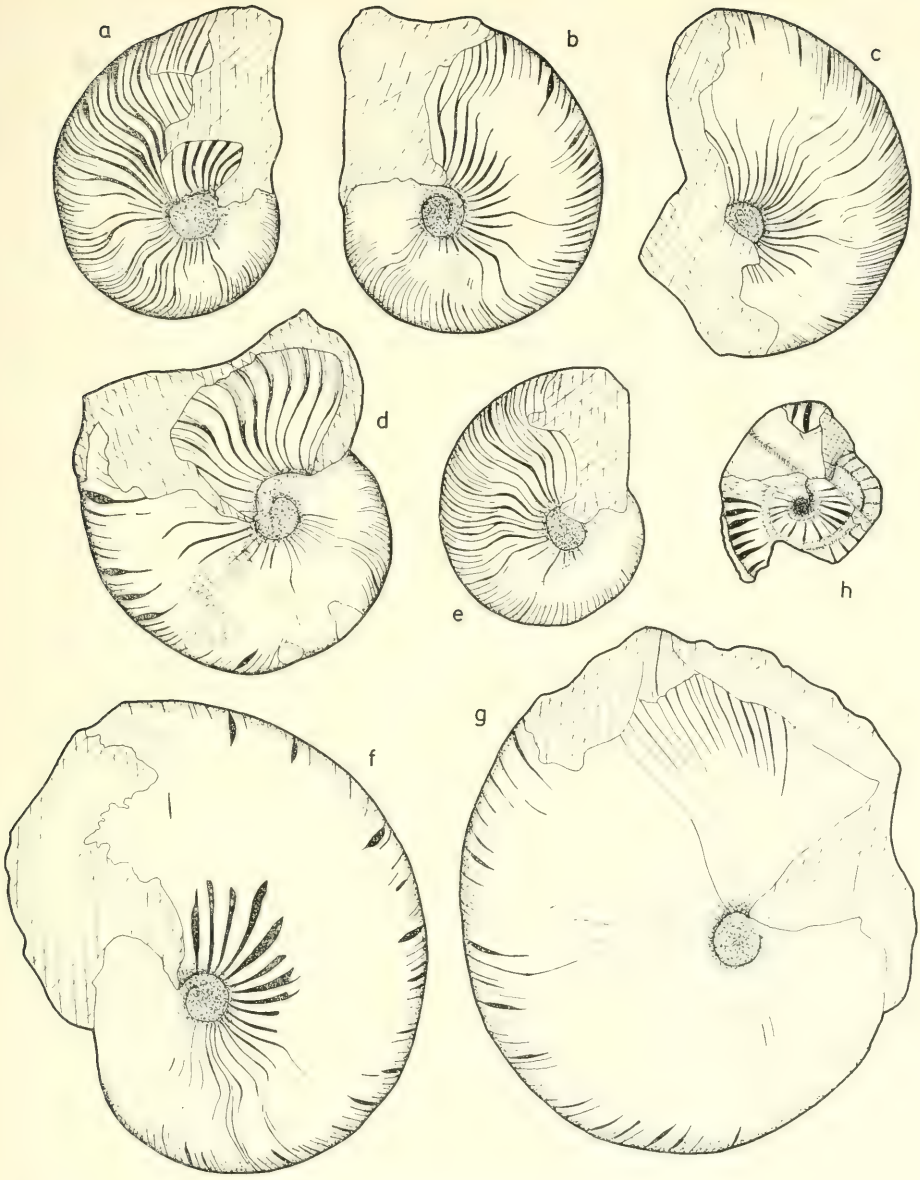


Abb. 4: a—g) *T. (M.) subnereus*. Skulpturvarianten. a: Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 868; b: Kraftsbuch, Bank 246, 1967 X 870; c: Schlittenhardt, Bank 235, 1967 X 869; d: Hartmannshof, Bank 246, 1967 X 871; e: Hartmannshof, Bank 246, 1967 X 872; f: Schlittenhardt, Bank 235, 1967 X 854; g: Schlittenhardt, Bank 235, 1967 X 873. (x 0,9).
h: *Ochetoceras* sp., Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 874, (S. 54; x 0,9).

Differentialdiagnose: Unterschiede z. *T. (M.) litocerum* s. S. 39. Von schwächer skulpturierten Formen von *T. (M.) kobyi quenstedti* unterscheidet die größere Anzahl der UR, die weniger deutliche Gliederung der Skulptur, die etwas geringere Nw und der im Durchschnitt schmälere Wq. *T. (M.) kobyi wegelei* und *T. (M.) rigidum* weisen einen deutlich anderen Skulpturhabitus auf.

Tabelle 2: *T. (M.) subnereus*. Merkmalswerte der abgebildeten Exemplare und des Holotyps

	Dm (mm)	Nw %	Wh %	UR	SR	K
1927 VII 214	50,7	15,2	56	13	60	
Holotyp	34,2	19	53,2	9	45	
1967 X 868	41,8			19	49	
	31,2		53,8	18	49	7
1967 X 870	44,1	15,2	55	16	46	6
	33,8	16,9	52,1	13	44	
1967 X 869	49,2	11,2	56,4	17	68	12
1967 X 871	46,8	14,5	56,3		51	11
1967 X 872	38,3	14,4	57,5	16	50	
	27,9		52			
1967 X 854	69,2	10,7	57,2	16		9
1967 X 873	67	10,8	61,4			
1967 X 842	72,7	9,9	59,2			
1967 X 867	34,4	17,5	53,6	9	51	
	25	20,4	51,2			
1967 X 851	43,3	16,2	55	13	51	
	36,4	17,5	53,1	15	51	
	24,5	22,8	51			
	14,5	24,2	45			

Taramelliceras (Metahaploceras) kobyi quenstedti Hölder
Abb. 1c—d, 2d, 6, 7, 9d

? 1830 *Ammonites discus* Reinecke — Zieten: S. 15, Taf. 11, Fig. 2
? 1887 / 1888 *Ammonites flexuosus crassatus* — Quenstedt: S. 914, Taf. 99, Fig. 5
1887 / 1888 *Ammonites flexuosus* — Quenstedt: S. 919, Taf. 99, Fig. 30
*v 1955 *Taramelliceras kobyi quenstedti* n. subsp. — Hölder: S. 129, Abb. 140—141
1955 *Taramelliceras (Metahaploceras ?) kobyi* (Choffat) — Hölder: S. 129, Abb. 156
v 1955 *Taramelliceras (Metahaploceras)* cf. *subnereus* (Wegele) — Hölder: S. 132, Abb. 146
?v 1955 *Traramelliceras (Metahaploceras)* cf. *rigidum* (Wegele) — Hölder: S. 135, Abb. 155

Material: 23 Stücke aus der unteren *platynota*-Zone. Verteilung Tab. 6.

Sonstiges stratigraphisches und geographisches Vorkommen: Weißjura Beta (Oxford), Südwestdeutschland (Hölder 1955, S. 130).

Beschreibung: Recht großwüchsige Art; Stücke mit einem bis 80 mm Dm gekammerten Teil lassen auf eine Endgröße um 120 mm Dm schließen. Nw mäßig groß (Abb. 7a). Wq hochoval (Abb. 2d), Externseite mäßig hoch gerundet, auf Außenwindungen relativ schmal. Größte Wb etwa auf Flankenmitte. Verteilung der Wb: Abb. 9d. Äußere Flankenhälfte leicht konvex, innere flach bis leicht konvex. Flankenmitte durch Abfallen der Flanken nach innen und außen und Skulptur z. T. besonders betont.

Die Skulptur ist mäßig kräftig, zwischen Flankenmitte und Marginalseite kann sie verblassen. Sie ist gekennzeichnet durch einzelne kräftigere Elemente (UR, Lateralrippen, Knoten), zwischen denen feinere liegen. Die Rippeneinheiten spalten auf Flankenmitte, wo die UR im allgemeinen am kräftigsten sind, in 2—3 Lateralrippen auf, auf inneren Windungen gelegentlich auch in 4. Dazwischen schieben sich Schaltrippen, die bis zwischen die UR reichen können. An der Externseite können sich die Rippen nochmals aufspalten. Auf der Externseite sind die Rippen gelegentlich etwas verstärkt. Im Marginalbereich sind zumeist längliche, rippenparallele, etwas prorsiradiate Knoten vorhanden, die bei größeren Individuen auch radial gestellt, z. T. etwas zugerundet sein können (vergl. HÖLDER 1955, S. 130). Bei einigen Exemplaren ist auf den inneren Windungen die Skulptur der äußeren Flankenhälfte fein und dicht. Zusammen mit schmalen Marginalknoten und z. T. verblassender Lateralskulptur ergibt sich ein *subnereus*-ähnliches Aussehen. Auf der Wohnkammer größerer Exemplare verblaßt die Skulptur. Verteilung von UR und SR: Abb. 7b, c.

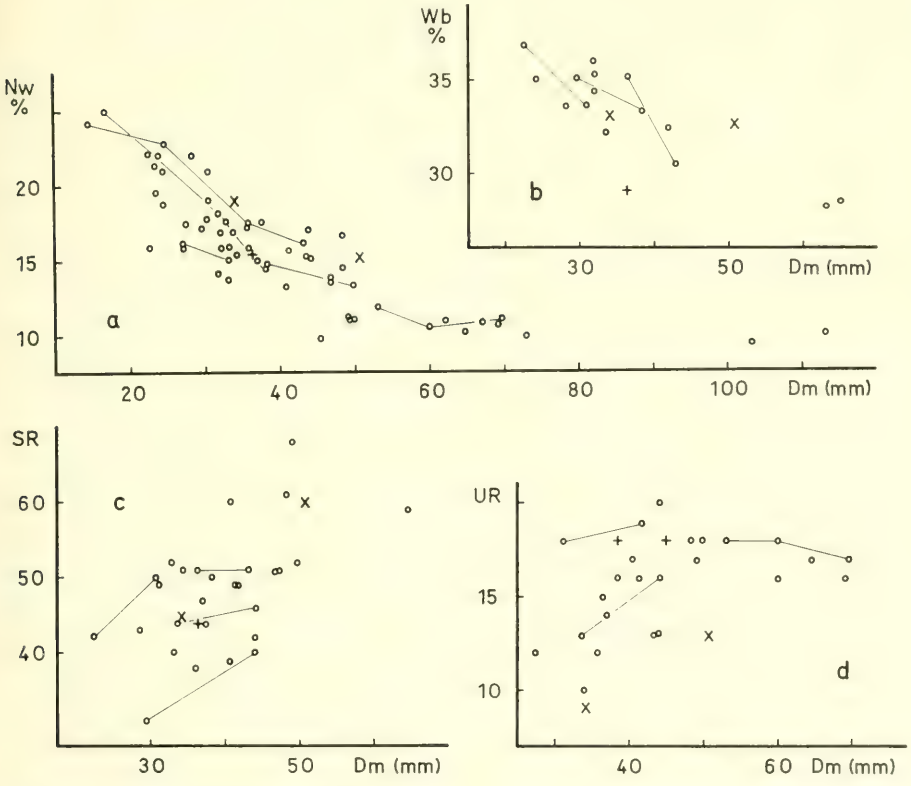


Abb. 5: *T. (M.) subnereus*. Diagramme. a: Nw %/Dm (mm), b: Wb %/Dm (mm), c: SR/Dm (mm), d: UR/Dm (mm). × = Holotyp, + = *Oppelia Nereus* (FONTANNES 1879, Taf. 5, Fig. 5).

Differentialdiagnose: Von *T. (M.) kobyi wegelei* unterscheidet sich die Unterart in der durchschnittlich etwas geringeren Nw, die geringere Wb und die größere Anzahl an SR. *T. (M.) kobyi kobyi* ist enger genabelt. *T. (M.) subnereus* weist einen anderen Skulpturhabitus und mehr UR auf und besitzt durchschnittlich eine geringere Nw. *T. (M.) rigidum* besitzt eine gleichmäßig kräftige Skulptur.

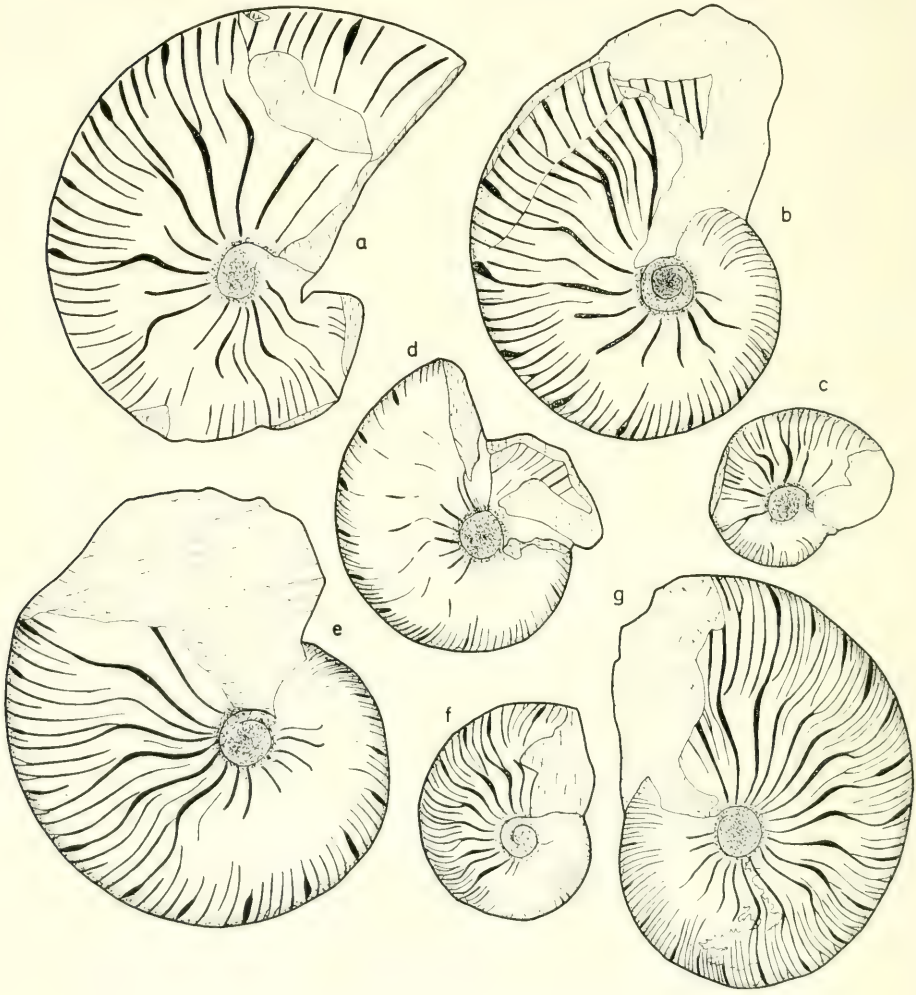


Abb. 6: *T. (M.) kobyi quenstedti.* Skulpturvarianten. a: Ursheim, Bank 235, 1967 X 875; b: Ursheim, Bank 235, 1967 X 876; c: Ursheim, Bank 235, 1967 X 855; d: Ursheim, Bank 235, 1967 X 877; e: Ursheim, Bank 235, 1967 X 848; f: Ursheim, Bank 235, 1967 X 878; g: Weißenburg, Bank 235, 1967 X 879. (x 0,9).

Tabelle 3: *T. (M.) kobyi quenstedti.* Merkmalswerte der abgebildeten Exemplare und des Holotyps

	Dm (mm)	Nw %	Wh %	UR	SR	K
Ce 1023/74	86	9,9	56,8	15		
Holotyp	68,6	11,2	57	16		
	75	10,5	58,7	14		
1967 X 875	69,3	11,7	57,1	10/11	38	7
	43,5	12,6	57			
1967 X 876	56,4	13,8	56	8/13	41	7
	41,4	16,2	55,1	8	38	4
1967 X 855	27,8	20,8	49,4	10	32	
	22,5	21,4	48,5		32	
1967 X 877	41,7	15,8	57,9	10	55	7
	30	20	51,8	9	47	
1967 X 848	60,8	12,1	56,9	12	48	11
	50	13,4	58,4	9/10	48	11
	34	16,8	53			
	19,5	22,1	44			
1967 X 878	34	18,5	53,6	12	42	
	25,5	20	46,7			
1967 X 879	65,9	12,3	56,8	13/15	57	12
verdrückt	50	15,2	48	12/14	53	12

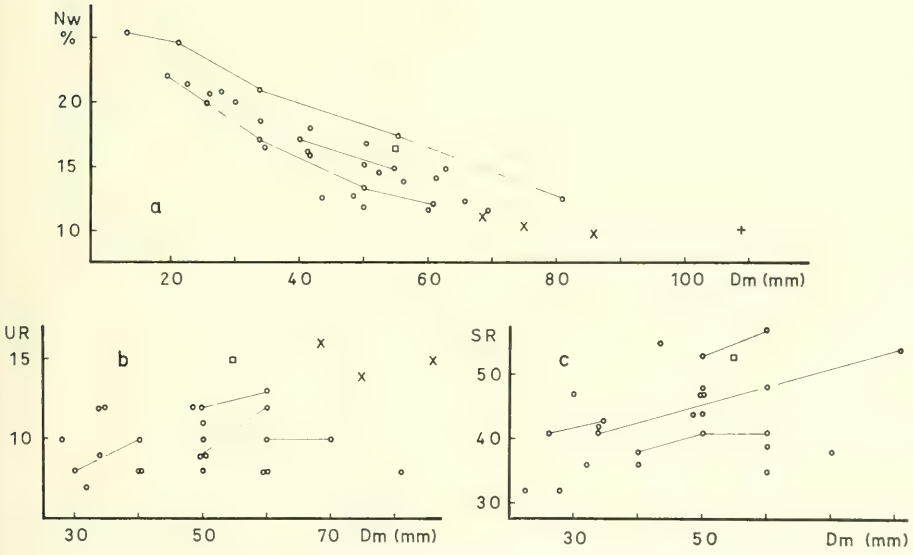


Abb. 7: *T. (M.) kobyi quenstedti.* Diagramme. a: Nw %/Dm (mm); b: UR/Dm (mm); c: SR/Dm (mm). × = Holotyp, + = Paratyp, □ = *T.* cf. *subnereus* (Hölder 1955, Abb. 146).

Taramelliceras (Metahaploceras) kobyi wegelei n. subsp.
Taf. 2, Fig. 4—6; Abb. 1e—f, 2e—f, 8, 9

v 1929 *Oppelia* sp. cf. *Karreri* var. *nodosiuscula* FONT. — WEGELE: S. 27 (121), Taf. 27 (3), Fig. 16
1929 *Oppelia* n. sp. aff. *sub-Nereus.* — WEGELE: S. 26 (120), Taf. 27 (3), Fig. 14 (Original z. Z. nicht auffindbar)
1929 *Oppelia* n. sp. aff. *litoceroides.* — WEGELE: S. 26 (120), Taf. 27 (3), Fig. 15 (Original z. Z. nicht auffindbar)
1966 *Taramelliceras (Metahaploceras)* sp. aff. *rigidum* (WEGELE) — KARVÉ-CORVINUS: S. 122, Taf. 26, Fig. 6

Holotyp: Original zu WEGELE (1929), Taf. 27, Fig. 16 (1927 VII 223, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München), diese Arbeit Taf. 2, Fig. 5.

Stratum typicum: Unterstes Unterkimmeridge, mittlere *platynota*-Zone, Weißjura Gamma 1.

Locus typicus: Pappenheim/Mfr.

Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. Ludwig WEGELE, der die *Taramelliceras*-Fauna der *platynota*-Zone Mittelfrankens erstmals eingehender bearbeitete.

Material: 38 Stücke aus der mittleren (überwiegend) und oberen *platynota*-Zone. Verteilung Tab. 6.

Diagnose: Eine Unterart von *T. (M.) kobyi* (CHOFFAT) mit relativ weitem Nabel und kräftiger Skulptur.

Tabelle 4: *T. (M.) kobyi wegelei.* Merkmalswerte der abgebildeten Exemplare und des Holotyps

	Dm (mm)	Nw %	Wh %	UR	SR	K
1927 VII 223	59	18,2	54,8	9	31	7
Holotyp	50	18,4	51,7	8	28	6
	45	19,6	52	8	27	5
1967 X 846	25,5	21,8	51,1	8/12	30	
1967 X 881	34	18,6	51,8	13	40	3
	25	21	52	8		
1967 X 845	38	18,4	53,8	14	46	6
1967 X 849	43,5	19,8	52,2	8	29	9
	33	21,7	49,6	9	29	7
1967 X 882	58	19,6	52	10	37	10
	50	20,4	50,6	10	35	9
	41	20,7	52	10		
1967 X 883	66	13,9	57	10	43	9
	48	15	54,3		44	
1967 X 880	85	15,3	48,2	7	31	6
1967 X 884	75	14,4	54	15	46	13
	60	16,3	56,5	13	46	
1967 X 850	54	18	52	9	29	6
	45	18	52	10	33	6
	30	20	51,8			
	18	23,9	46,1			

Beschreibung: Recht großwüchsige Art. Ein Dm des Kammerapparats von 80 mm bei einzelnen Exemplaren läßt auf eine max. Endgröße von über 120 mm Dm schließen. Nw mäßig groß (Abb. 9a). Wq hochoval (Abb. 2e—f), Ex-

ternseite mäßig hoch gerundet und mäßig breit mit Tendenz zum Verflachen. Größte Wb etwa auf Flankenmitte. Verteilung der Wb: Abb. 9d. Beide Flankenhälften leicht konvex.

Die Skulptur ist gewöhnlich kräftig. Sie ist gekennzeichnet durch einzelne, stärker hervortretende Elemente aus häufig zusammenhängenden UR, Lateralrippen, Marginalknoten, zwischen denen schwächere liegen. Die UR sind auf Flankenmitte verstärkt. Sie spalten sich dort in 2—3, auf inneren Windungen auch in 4 La-

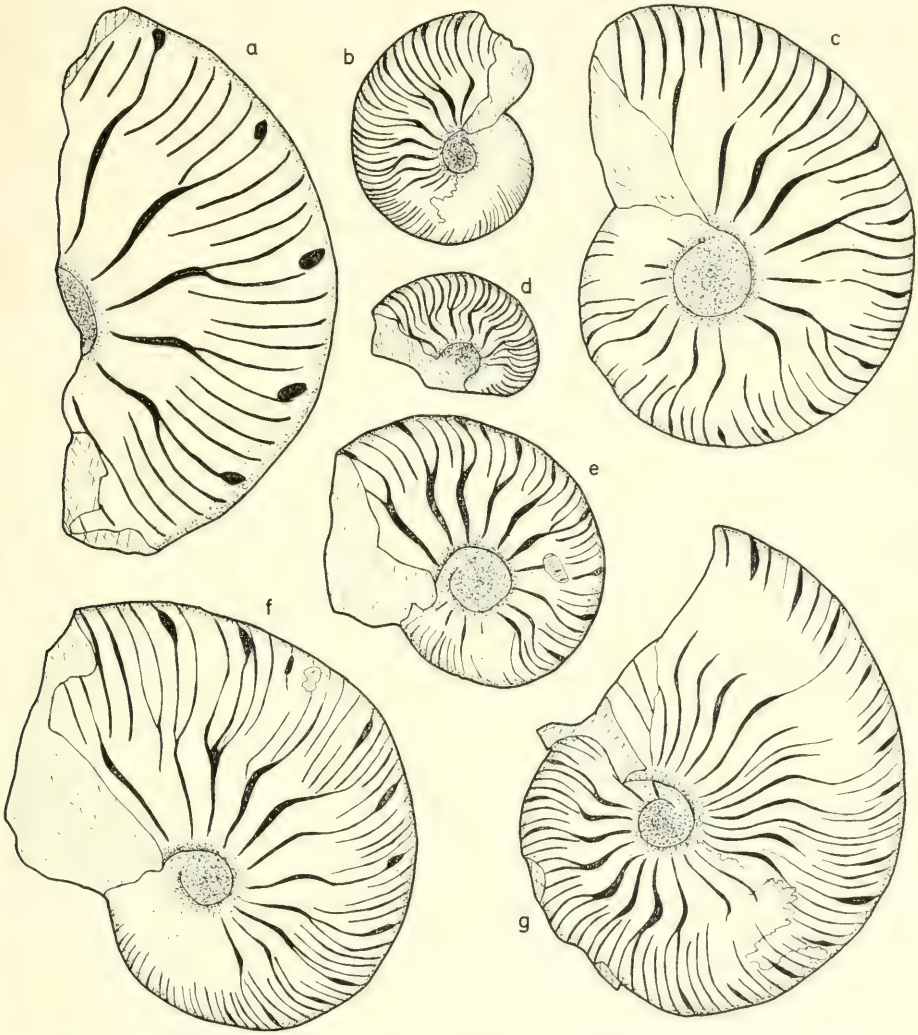


Abb. 8: *T. (M.) kobyi wegelei.* Skulpturvarianten. a: Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 880; b: Hartmannshof, Bank 246, 1967 X 881; c: Kraftsbuch, Bank 246, 1967 X 882; d: Kraftsbuch, Bank 246, 1967 X 846; e: Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 849; f: Hartmannshof, Bank 246, 1967 X 883; g: Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 884. (x 0,9).

teralrippen. Dazu treten Schaltrippen, die zwischen die UR verlängert sein können. An der Externseite können die Rippen nochmals aufspalten. Die Externseite kann kräftig berippt sein (Taf. 2, Fig. 6). Im marginalen Bereich sind zumeist kräftige, prorsiradiate Knoten vorhanden. Sie zeigen gelegentlich Tendenz zur Verrundung. Auf der Wohnkammer wird bei einigen Exemplaren die Berippung zarter und dichter und verblaßt (Abb. 8g). Deutlich treten vor allem dann die Marginalknoten und die UR auf Flankenmitte hervor. Zur Verteilung der UR und SR: Abb. 9c, b.

Differentialdiagnose: *T. (M.) kobyi wegelei* ist durchschnittlich etwas weiter genabelt als *T. (M.) k. quenstedti*, außerdem ist Wb größer und die Zahl der SR geringer. Eine Unterscheidung ist jedoch nicht in jedem Fall möglich. *T. (M.) k. kobyi* hat eine deutlich geringere Nw und dichtere Berippung. *T. (M.) rigidum* und *T. (M.) subnereus* unterscheiden sich im Skulpturhabitus.

Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum (Wegele)
Taf. 1, Fig. 1—3; Abb. 1g—h, 2b—c, 9d, 10, 11

1887 / 1888 *Ammonites flexuosus* — Quenstedt: S. 917, Taf. 99, Fig. 21
*v 1929 *Oppelia rigida* n. sp. — Wegele: S. 29 (123), Taf. 28 (4), Fig. 2
1955 *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* (Wegele) — Hölder: S. 134, Taf. 18, Fig. 20; Abb. 150—153, 179
1955 *Taramelliceras (Metahaploceras)* cf. *rigidum* (Wegele) — Hölder: S. 135, Abb. 154
?? 1966 *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* (Wegele) 1929 — Anđelković: S. 39, Taf. 4, Fig. 5; Taf. 7, Fig. 5; Taf. 27, Fig. 3; Abb. 32—33

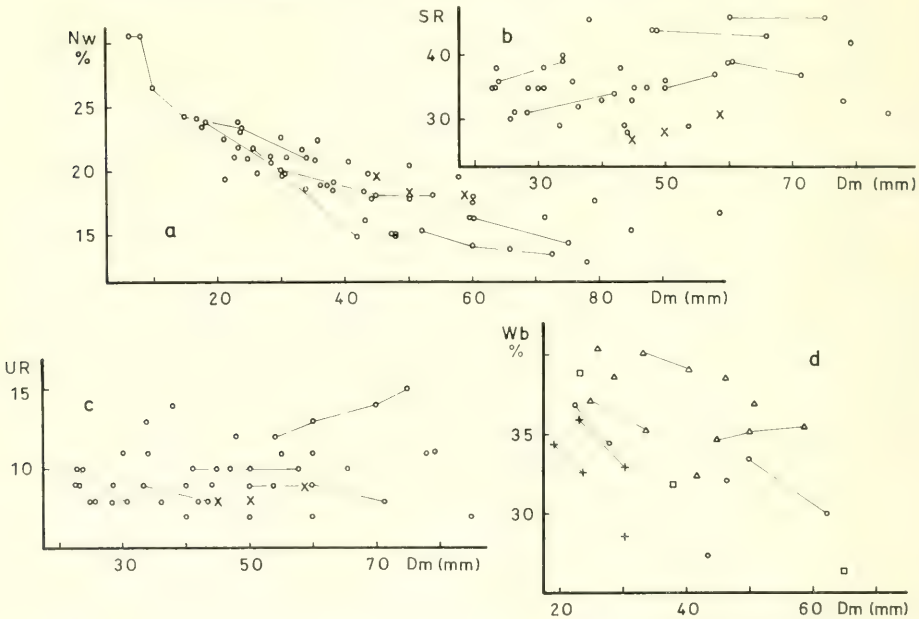


Abb. 9: a—c) *T. (M.) kobyi wegelei*. Diagramme. a: Nw %/Dm (mm), b: SR/Dm (mm), c: UR/Dm (mm). × = Holotyp.
d: Diagramm Wb %/Dm (mm). + = *T. litocerum*, ○ = *T. kobyi quenstedti*, ● = *T. kobyi wegelei*, □ = *T. rigidum*.

Material: 32 Stücke aus der unteren (überwiegend) und mittleren *platynota*-Zone. Verteilung Tab. 6.

Sonstiges stratigraphisches und geographisches Vorkommen: *platynota*-Zone (Unterkimmeridge), Mittelfranken (Wegele 1929, S. 29); Weißjura oberstes Beta bis Unter-Gamma (Oxford — Unterkimmeridge), Württemberg (Dieterich 1940, S. 29); Weißjura Beta und Gamma (Oxford — Unterkimmeridge), Südwestdeutsch-

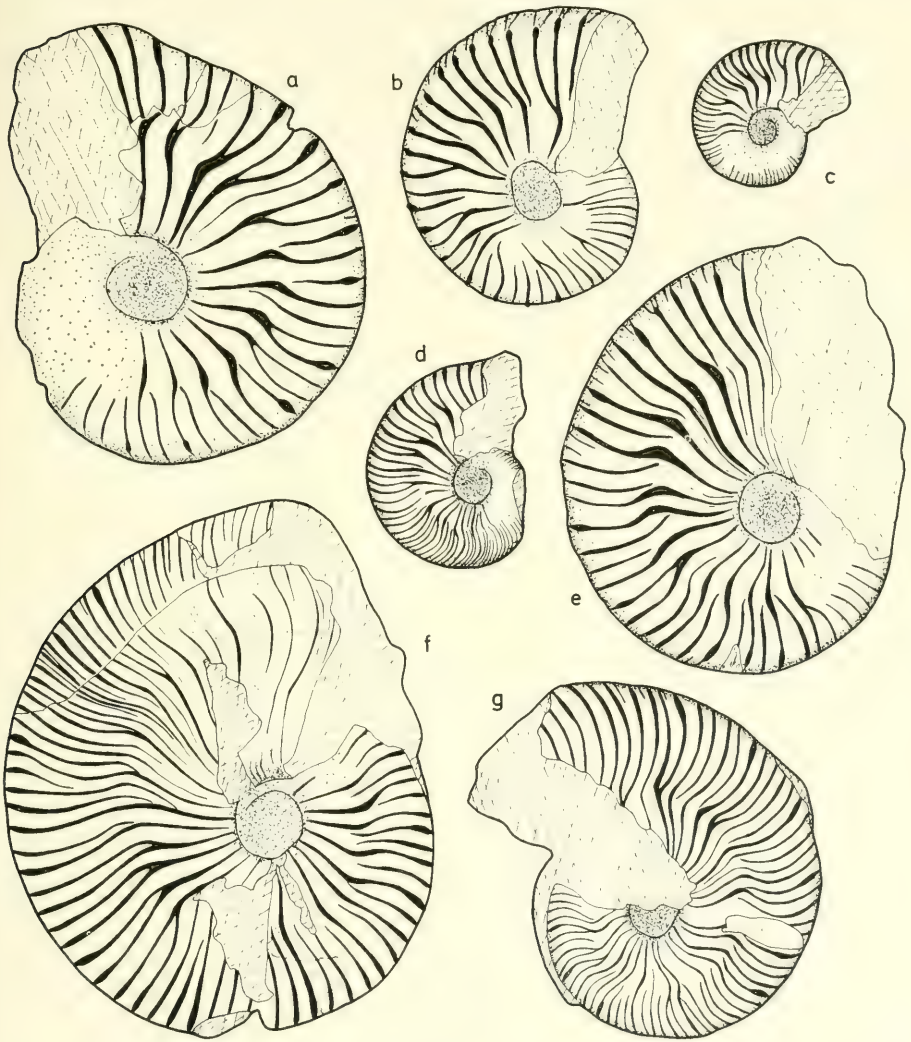


Abb. 10: *T. (M.) rigidum.* Skulpturvarianten. a: Hartmannshof, Bank 245—246, 1967 X 885; b: Weißenburg, Bank 235/235/1, 1967 X 886; c: Weißenburg, Bank 234/235, 1967 X 858; d: Weißenburg, Bank 235, 1967 X 840; e: Weißenburg, Bank 234, 1967 X 887; f: Ursheim, Bank 235, 1967 X 888; g: Ursheim, Bank 233, 1967 X 889. (x 0,9).

land (Hölder 1955, S. 135); *planula*- bis *platynota*-Zone (Oxford — Unterkimmeridge), Mont Crussol, Ardèche (Karvé-Corvinus 1966, S. 112—113); *planula*- bis *platynota*-Zone (Oxford — Unterkimmeridge), präbetischer Jura von Albacete und Nord-Murcia (Behmel 1970, S. 45).

Beschreibung: Ziemlich großwüchsige Art. Größtes untersuchtes Exemplar: bis Dm 90 mm gekammert, bis 120 mm DM erhalten, End-Dm wohl bei 140 bis 150 mm. Nw mäßig groß (Abb. 11a). Jüngere Formen scheinen weiter genabelt zu sein (vergl. Exemplar 1967 X 885). Wq hochoval (Abb. 2b, c), Externseite mäßig breit und mäßig hoch gerundet. Größte Wb um Flankenmitte. Verteilung der Wb: Abb. 9d. Beide Flankenhälften flach bis schwach konvex.

Skulptur im allgemeinen kräftig und etwas starr. Innere Windungen feiner berippt als äußere. Dm, bei dem feinere in gröbere Berippung übergeht, variabel; Wechsel jedoch meist bei relativ kleinem Dm. Rippeneinheiten teilen sich etwa auf

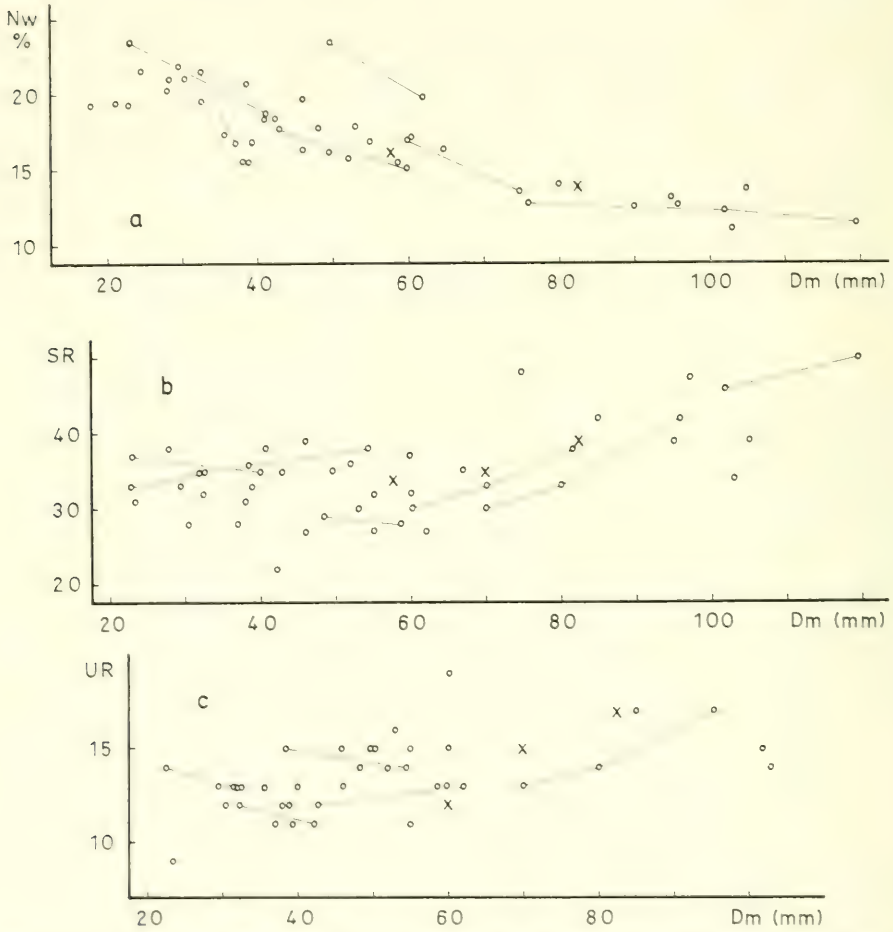


Abb. 11: *T. (M.) rigidum*. Diagramme. a: Nw %/Dm (mm), b: SR/Dm (mm), c: UR/Dm (mm). X = Holotyp.

Flankenmitte auf inneren Windungen in 2—3, selten 4, auf äußeren überwiegend in 2 Lateralrippen. Dazu treten Schaltrippen, die zwischen die UR reichen können. Lateralrippen gewöhnlich gleich kräftig, etwas schwächer als UR. Sie können im Marginalbereich verbreitert sein. An der Externseite nochmaliges Aufspalten der Rippen möglich. Marginalrippen setzen über Externseite hinweg und können dort auf inneren Windungen leicht knotenartig verstärkt sein (Taf. 1, Fig. 3). Im Marginalbereich mehr oder weniger deutliche rippenparallele Knoten. Auf der Wohnkammer größerer Stücke verblaßt die Skulptur: deutlich treten nur noch die externen Teile der Lateralrippen und die Marginalknoten hervor. Bei anderen Exemplaren ist der äußere Teil der Wohnkammer wesentlich dichter und feiner berippt als die übrigen Windungen. Verteilung von UR und SR: Abb. 11c, b.

Differentialdiagnose: *T. broilii* (Wegele) unterscheidet sich von gröber berippten Varianten des *T. rigidum* nur durch die kräftigen Externknoten. *T. (M.) kobyi quenstedti, T. (M.) kobyi wegelei* und *T. (M.) subnereus* weisen einen anderen Skulpturhabitus auf. *T. pseudoholbeini* (Wegele) besitzt kräftige Externknoten, rundliche Marginalknoten und eine aufgelockertere Berippung.

Tabelle 5: *T. (M.) rigidum.* Merkmalswerte der abgebildeten Exemplare und des Holotyps

	Dm (mm)	Nw %	Wh %	UR	SR	K
1913 IX 596	82,5	13,9	53,3	17	39	
Holotyp	70			15	35	
	57,8	16,1	52,3	12	34	
1963 XXVII 225	119,5	11,5	55		50	
	101,8	12,3	55,8	15	46	
	76	12,9	55,2			
1967 X 885	62	19,8	48,8	13	27	8
	49	23,5				
1967 X 886	42,4	18,4	49,6	11	22	
verdrückt	30,3	21,1	53,9	12	28	
1967 X 858	23,4			9	31	
	17,6	19,4	49,4			
1967 X 840	29,5	22	49,5	13/14	33	
	21,3	19,7	52,5			
1967 X 887	58,7	15,5	55	13	28	11
	48,2	17,8	54,5	14	29	10
1967 X 888	74,7	13,6	55		48	8
	67				35	
	60	17	56,2	15	32	
1967 X 889	54,4			14	38	9
	38,5	20,7	52	15	36	9

Bemerkungen

Wie bei einigen Perisphinctiden-Gruppen (Schairer 1967, 1969, 1970) läßt sich auch bei einem Teil der *Taramelliceras*-Formen in der *platynota*-Zone eine Veränderung der Gehäusemerkmale innerhalb der untersuchten Profile beobachten. *T. (M.) subnereus* scheint, von der unteren zur mittleren *platynota*-Zone, gröber skulpturiert und weniger dicht berippt zu werden. Anhand des mäßig erhaltenen

Materials ließ sich diese Tendenz jedoch nicht quantitativ erfassen. Klarer treten dagegen die Veränderungen bei *T. (M.) kobyi* hervor. Von *T. kobyi kobyi* (Oxford) über *T. k. quenstedti* (Oberoxford — Unterkimmeridge, untere *platynota*-Zone) zu *T. k. wegelei* (Unterkimmeridge, mittlere *platynota*-Zone) nimmt die Nw deutlich zu, vergröbert sich die Skulptur, und nehmen die Rippenzahlen etwas ab. Außerdem scheint sich in gleicher Richtung der Wq zu verbreitern. Möglicherweise schließt sich daran das in etwas höheren Schichten auftretende *T. nodosiusculum* (Fontannes) (Hölder 1955, S. 137 ff.) an. Es ist im skulpturellen Habitus ähnlich und besitzt eine noch größere Nw. Bei *T. (M.) litocerum* ließen sich keine Veränderungen feststellen, bei *T. (M.) rigidum* ist das Material aus jüngeren Lagen zu gering, um Aussagen zu ermöglichen. Einige Stücke weisen auf eine Vergrößerung der Nw im Lauf der zeitlichen Entwicklung hin.

Tabelle 6: Häufigkeit und Verteilung der *Taramelliceras*-Arten
H: Hartmannshof; K: Kraftsbuch; S: Schlittenhardt; U: Ursheim; W: Weißenburg

	litocerum				*subnereus*					*kobyi quenstedti*			*kobyi wegelei*		*rigidum*				
Bank	H	K	U	W	H	K	S	U	W	S	U	W	H	K	H	K	S	U	W
248													1						
247		7																	
246	5				8	12							7	16					
	1												1		1				
245	2				7	1							4	4					
244					3								2		1				
		2			2	2							2			1			
243																			
237								1										1	
236								1											
235/1				1															2
																			2
235			1				3	4	1	1	10	5				1	2	7	4
								1	1		1	1					1	1	1
234							1										2	2	1
233/1									1		1								
233																		1	

Haploceratidae Zittel 1884
Glochiceras Hyatt 1900 (Monographie: Ziegler 1958)

Glochiceras (Coryceras) modestiforme (Oppel)
Synonymieliste in Ziegler (1958, S. 125)

Material: 12 Exemplare aus der gesamten *platynota*-Zone.

Die meisten Stücke dieser Art sind kleinwüchsig. Der Lateralkanal ist meist nur am Ende der Wohnkammer deutlich zu erkennen.

Glochiceras (Lingulaticeras) lingulatum (Quenstedt)
Synonymieliste in Ziegler (1958, S. 131)

Material: 50 Exemplare aus der unteren und mittleren *platynota*-Zone.

Bei einigen Exemplaren ist der Mundsaum auf der Externseite nach einer seichten Einschnürung etwas hochgebogen und ein wenig nach vorn gezogen. Eine Kapuze, wie sie für die Untergattung *Coryceras* bezeichnend ist, ist jedoch nicht ausgebildet. Bei einem Stück (1967 X 890), dessen Schale pyritisiert war, ist zu beobachten, daß die Einschnürung auf dem Steinkern am externen Teil des Mundsaums durch eine Schalenverdickung der Innenseite hervorgerufen wurde.

Ein Exemplar von Hartmannshof (Bank 246, 1967 X 841, Taf. 1, Fig. 4) ist der Wohnkammer nach, die 1/2 der letzten Windung einnimmt, hierher zu stellen. Kurz hinter dem Ohr ist ein Lateralkanal ausgebildet, der nach rückwärts von einer Reihe von Gruben abgelöst wird. Extern davon sind auf einer Seite konkave Rippchen zu sehen, die auf die Externseite ziehen. Auf dem an die Wohnkammer anschließenden halben Umgang (nur dieser ist noch relativ gut erhalten) des Kammerapparats sind einige kräftige, wulstartige, rectiradiate Rippen zu beobachten, die vom Nabel an die Externseite ziehen. Kräftige Umbilikalrippen können bei *G. (L.) lingulatum* auftreten, sie sind jedoch nie so stark entwickelt und reichen auch nur knapp bis an die Flankenmitte. Man kann annehmen, daß es sich bei der Skulptur des Stückes um eine anomale Bildung handelt, die durch eine Verletzung des Mantels hervorgerufen wurde.

Oppeliidae Bonarelli 1894
Ochetoceratinae Spath 1928
Ochetoceras Haug 1885 (Monographie: Höroldt 1964)

Ochetoceras (Ochetoceras) canaliferum (Oppel)
Taf. 2, Fig. 3
Synonymieliste in Höroldt (1964, S. 70)

Material: 1 vollständig gekammerter Steinkern (1967 X 844) aus der oberen *platynota*-Zone, Bank 247, Kraftsbuch.

Maße:	DM (mm)	Nw %	Wh %
	59	17	53

Beschreibung: An dem leicht verdrückten Exemplar sind Reste der Hohlkielfüllung und des Hohlkielbodens erhalten. Der Nabel ist etwas weiter als beim Typ von Oppel (1863). Die Nabelwand ist leicht konvex und fällt mäßig steil gegen den Nabel ein. Der Nabelrand ist schwach aufgebogen und mit kleinen, länglichen, prorsiradiaten Knötchen besetzt. An diese schließen zur Flankenmitte hin sehr feine, nur gelegentlich kräftigere, prorsiradiate UR an. Extern des Lateralkanals sind wenige kräftige, konkave, rursiradiate, ziemlich regelmäßig stehende marginale Rippen vorhanden. Weitere marginale Skulptur ist nicht zu beobachten. Der Lateralkanal ist beidseitig von flachen Erhebungen begleitet und verblaßt auf dem vorderen Teil des Steinkerns.

Ochetoceras sp.
Abb. 4h

Material: Fragment eines etwas verdrückten Steinkerns (1967 X 874) aus der mittleren *platynota*-Zone, Bank 245, Kraftsbuch.

Beschreibung: Das Exemplar weist statt eines Lateralkanals einen Lateralwulst auf. Dieser erscheint leicht gekörnt. Auf dem inneren Flankenteil sind prorsiradiate, flache, gegen den Lateralwulst breiter werdende UR vorhanden. Die externe Flankenseite ist mit nicht gegabelten, kräftigen, rursiradiaten, konkaven, extern verbreiterten Marginalrippen verziert. Reste des Hohlkiels sind vorhanden. Die Nw war relativ gering. Das Fragment ist aufgrund der Skulptur am ehesten zu *Ochetoceras (O.) hispidiforme* (Fontannes) zu stellen.

Weitere aus der *platynota*-Zone erwähnte Haploceratacea:

Taramelliceras
Oppelia cf. *sub-Nereus* n. sp. (Wegele 1929, S. 25)
= ? *T. (M.) kobyi quenstedti* oder *kobyi wegelei*
Oppelia litoceroides n. sp. (Wegele 1929, S. 26, Taf. 27, Fig. 13)
= ? *T. (M.) rigidum* (Hölder 1955, S. 123)
Oppelia pseudo-Holbeini n. sp. (Wegele 1929, S. 28, Taf. 27, Fig. 17)
= *T. (T.) pseudoflexuosum* (Favre) (Hölder 1955, S. 117)
Oppelia n. sp. cf. *otreropleura* Font. (Wegele 1929, S. 29)
= ? *T. (M.) rigidum*, feinberippte Form

Glochiceras (nach Ziegler 1958, Abb. 65)
Glochiceras (Glochiceras) nimbatum (Oppel) (S. 110 ff.)
Glochiceras (Coryceras) canale (Quenstedt) (S. 123 ff.)
Glochiceras (Lingulaticeras) nudatum (Oppel) (S. 133 f.)
Glochiceras (Lingulaticeras) fialar (Oppel) (S. 134 ff.)

Ochetoceras (nach Höroldt 1964, Abb. 35)
Ochetoceras (Ochetoceras) hispidiforme (Fontannes) (S. 65 f.)
Ochetoceras (Ochetoceras) semimutatum (Fontannes) (S. 66 ff.) ?
Ochetoceras (Granulochetoceras) cristatum Dieterich (S. 81 f.) ?
Ochetoceras (Granulochetoceras) argonautoides (Mayer) (S. 82 ff.)
Ochetoceras (Cymaceras) guembeli (Oppel) (S. 88 ff.)
Ochetoceras (Cymaceras) perundatum Wegele (S. 90 f.)
Ochetoceras (Cymaceras) schattenbergi Kuhn (S. 91 f.) ?
Ochetoceras (Oxydiscites) laffoni (Moesch) (S. 93 f.)

Streblites (nach Höroldt 1964, S. 22 ff.)
Streblites tenuilobatus tenuilobatus (Oppel) (S. 25)

Schriftenverzeichnis

Anđelković, M. Ž.: Amoniti iz slojeva sa *Aspidoceras acanthicum* Stare planine (istočna Srbija). — Palaeontologia Jugoslavica, **6**, S. 1—136, Taf. 1—31, 107 Abb., 5 Tab., Zagreb 1966.

Arkell, W. J.; Kummel, B. & Wright, C. W.: Mesozoic Ammonoidea. — In Moore, R. C.: Treatise on invertebrate paleontology, part **L**, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, L 80-L 437, Abb. 124—555, New York (Geol. Soc. Amer., Univ. Kansas Press) 1957.

Behmel, H.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien. V. Stra-

tigraphie und Fazies im präbetischen Jura von Albacete und Nord-Murcia. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **137**, 1, S. 1—102, 15 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1970.

Choffat, P.: Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Céphalopodes. Première série: Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras. — Dir. Trav. géol. Portugal, 82 S., 20 Taf., Lisbonne 1893.

Dieterich, E.: Stratigraphie und Ammonitenfauna des Weißen Jura β in Württemberg. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **96**, S. 1—40, Taf. 1—2, 6 Abb., Schwäbisch Hall 1940.

Dumortier, E. & Fontannes, F.: Description des ammonites de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus. — 162 S., 19 Taf., Lyon (Georg), Paris (Savy) 1876.

Enay, R.: L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français. Étude stratigraphique. — Nouv. Arch. Mus. Hist. natur. Lyon, **8**, 624 S., 178 Abb., 40 Taf., Lyon 1966.

Fontannes, F.: Description des ammonites des calcaires du Chateau de Crussol — Ardèche (Zones à *Oppelia tenuilobata* et *Waagenia Beckeri).* — XI + 123 S., 13 Taf., Lyon (Georg), Paris (Savy) 1879.

Gygi, R. A.: Zur Stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jura-System) der Nordschweiz und des süddeutschen Grenzgebietes. — Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F., **136**, S. 1 bis 123, Taf. 1—19, 11 Abb., 9 Tab., Bern 1969.

Hölder, H.: Die Ammoniten-Gattung *Taramelliceras* im südwestdeutschen Unter- und Mittelmalm. Morphologische und taxionomische Studien an *Ammonites flexuosus* Buch (Oppeliidae). — Palaeontographica, Abt. A, **106**, S. 37—153, Taf. 16—19, 182 Abb., Stuttgart 1955.

Höroldt, U.: Morphologie und Systematik der weißjurassischen Ammoniten-Gattungen *Streblites* und *Ochetoceras* unter besonderer Berücksichtigung des Hohlkiels. — Diss. (Fotodruck) Tübingen, 105 S., 6 Taf., 35 Abb., Tübingen 1964.

Karvé-Corvinus, G.: Biostratigraphie des Oxfordium und untersten Kimmeridgium am Mont Crussol, Ardèche, im Vergleich mit Süddeutschland. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **126**, S. 101—141, Taf. 22—26, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1966.

Oppel, A.: Über jurassische Cephalopoden. — Palaeont. Mitt. Mus. Kgl. Bayer. Staates, **3**, S. 163—266, Taf. 51—74, Stuttgart 1863.

Quenstedt, F. A.: Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. III. Der Weiße Jura. — Text + Atlas, S. 817—1140, Taf. 91—126, Stuttgart (Schweizerbart) 1887—1888.

Schairer, G.: Biometrische Untersuchungen an *Perisphinctes, Ataxioceras, Lithacoceras* der Zone der *Sutneria platynota* (Reinecke) (unterstes Unterkimmeridgium) der Fränkischen Alb. — Diss. (Fotodruck) München, 131 S., 18 Taf., 61 Abb., 37 Tab., München 1967.

Schairer, G.: Rasenien (Ammonoidea) aus der *platynota*-Zone (unteres Unterkimmeridgium) der Fränkischen Alb — Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **9**, S. 33—44, Taf. 1, 3 Abb., 7 Tab., München 1969.

Schairer, G.: Quantitative Untersuchungen an *Sutneria platynota* (Reinecke) (Perisphinctidae, Ammonoidea) der fränkischen Alb (Bayern). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, S. 153—174, Taf. 1—2, 13 Abb., 1 Tab., München 1970.

Schmidt-Kaler, H.: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im Malm des nordöstlichen Ries-Rahmens. Nebst Parallelisierung des Malm Alpha bis Delta der Südlichen Frankenalb über das Riesgebiet mit der schwäbischen Ostalb. — Erlanger geol. Abh., **44**, 51 S., 4 Taf. (darunter 2 geol. Spezialkarten), 1 Texttaf., 16 Abb., Erlangen 1962.

Veit, E.: Geologische Untersuchungen im Gebiet des oberen Filstales. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **92**, S. 74—138, 8 Abb., 3 Tab., Schwäbisch Hall 1936.

Wegele, L.: Stratigraphische und faunistische Untersuchungen im Oberoxford und Unterkimmeridge Mittelfrankens. — Palaeontographica, **71**, S. 117—210, Taf. 25—28, 1 Tab., Stuttgart 1929; Palaeontographica, **72**, S. 1—94, Taf. 1—11, Stuttgart 1929.

Ziegler, B.: Monographie der Ammonitengattung *Glochiceras* im epikontinentalen Weißjura Mitteleuropas. — Palaeontographica, Abt. A, 110, 4—6, S. 93—164, Taf. 10—16, 66 Abb., Stuttgart 1958.

Zieten, C. H. v.: Die Versteinerungen Württembergs, oder naturgetreue Abbildungen der in den vollständigsten Sammlungen, namentlich der in dem Kabinet des Oberamts-Arzt Dr. Hartmann befindlichen Petrefacten, mit Angabe der Gebirgsformationen, in welchen dieselben vorkommen und der Fundorte. — 102 S., 72 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1830.

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Fig. 1—3: *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* (Wegele).
1: Ursheim, Bank 237, 1963 XXVII 225, x 1.
2: Schlittenhardt, Bank 234/235, 1967 X 839, x 1.
3: Ansicht der Externseite, Weißenburg, Bank 235, 1967 X 840, x 2.

Fig. 4: *Glochicerars (Lingulaticeras) lingulatum* (Quenstedt) mit anomaler Skulptur auf dem Kammerapparat, Hartmannshof, Bank 246, 1967 X 841, S. 53, x 1,5.

Tafel 2

Fig. 1: *Taramelliceras (Metahaploceras) subnereus* (Wegele), Ursheim, Bank 237, 1967 X 842, x 1.

Fig. 2: *Taramelliceras (Metahaploceras) litocerum* (Oppel), Weißenburg, Bank 235/1, 1967 X 843, x 2.

Fig. 3: *Ochetoceras (Ochetoceras) canaliferum* (Oppel), Kraftsbuch, Bank 247, 1967 X 844, x 1.

Fig. 4—6: *Taramelliceras (Metahaploceras) kobyi wegelei* n. subsp.,
4: Kraftsbuch, Bank 245, 1967 X 845, x 1.
5: Holotyp, Pappenheim, *platynota*-Zone, 1927 VII 223, x 1.
6: Ansicht der Externseite, Kraftsbuch, Bank 246, 1967 X 846, x 2.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 57—81 München, 15. 12. 1972

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie

Von Kurt Heissig[1])

Mit 2 Abbildungen und Tafel 3

Zusammenfassung

Die in der Fossilfundstelle Sandelzhausen besonders häufigen Rhinocerotidae gehören drei Gattungen mit jeweils einer Art an. Für die häufigste und kleinste, die sich durch plumpen Körperbau auszeichnet, wird die neue Gattung *Brachypodella* mit der Typusart *germanica* (Wang 1929) aufgestellt. Diese Art scheidet damit aus dem Verwandtschaftskreis von *Didermocerus sansaniensis* aus. Fast ebenso häufig ist eine mittelgroße Art, *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp., eine der primitivsten *Aceratherium*-Arten. Relativ selten ist demgegenüber die größte Art, *Didermocerus sansaniensis* (Lartet in Laurillard 1848). Die beiden Arten *germanica* und *fahlbuschi* müssen aufgrund primitiver Gebißmerkmale und des Auftretens in Braunkohlenfundstellen Biotopen mit hoher Feuchtigkeit zugeschrieben werden; demgegenüber dürfte *D. sansaniensis* weniger eng spezialisiert gewesen sein. Die Zerstreuung zusammengehöriger Stücke nach ihrer Einbringung in die Lagerstätte wird diskutiert.

Summary

The Rhinocerotidae are very abundant in the site of Sandelzhausen. They are represented by three genera and species. For the smallest and most abundant one, characterized by a low built body, it was necessary to erect a new genus, *Brachypodella*, with the type-species *germanica* (Wang 1929). So this species is excluded from the *Didermocerus sansaniensis*-group. *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp., a medium sized, slender species, is nearly as frequent as the former. It is one of the most primitive species of *Aceratherium*. The biggest form, *Didermocerus sansaniensis* (Lartet in Laurillard 1848), is scarcer than the two former species. Primitive characters of the molar-teeth and the occurrence of the species in lignite-sites, lead to the conclusion that *B. germanica* and *A. fahlbuschi* lived in a very moist environment; on the other hand *D. sansaniensis* may have been less specialised. The mode of the displacement and scattering of single pieces is discussed.

[1]) Dr. K. Heissig, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Inhalt

Einleitung 58
1. *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp. 59
2. *Brachypodella* n. gen. *germanica* (Wang 1929) 65
3. *Didermocerus sansaniensis* (Lartet in Laurillard 1848) 70
4. Ökologie 74
5. Hinweise zur Genese der Lagerstätte aus der Verteilung zusammengehöriger Stücke 78
Literatur 79

Einleitung

Unter den Großsäugern der Fossillagerstätte Sandelzhausen (zur Geologie s. Fahlbusch & Gall 1970 und Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972) sind die Rhinocerotidae zahlenmäßig die weitaus häufigste Gruppe. Damit kommt ihnen zumindest ökologisch ein großes Gewicht zu. Ob stratigraphische Aussagen aufgrund der Rhinocerotidae möglich sind, wird eine eingehendere morphologische Bearbeitung zeigen, die erst nach dem endgültigen Abschluß der Grabungen erfolgen soll. Da bereits die bisherigen Grabungen über 1000 bestimmbare Nashornreste geliefert haben, ist zu erhoffen, daß noch ein zur statistischen Behandlung der Funde ausreichendes Material zusammenkommt.

Aus diesem Grunde wird im folgenden nur das behandelt, was aufgrund von neuem Material nicht modifiziert oder ergänzt werden muß. Dies ist für die systematischen und ökologischen Ergebnisse der Fall.

Das Material umfaßt alle Teile des Skelettes. Gelegentlich ließ die Fundverteilung auf die Zusammengehörigkeit von Einzelknochen schließen. Gegenüber den Resten des postcranialen Skelettes sind die Zähne durch ihre Erhaltung und bessere Bestimmbarkeit stark bevorzugt. Unter den Knochen sind die Wirbel deutlich unterrepräsentiert.

Mehr oder weniger vollständige Schädel liegen von allen drei Arten vor. Vollständige Unterkiefer sind dagegen noch nicht vorhanden, so daß die Kombination der unteren Incisiven mit den Backenzahnreihen auf Vergleichsstudien beruht.

Der größte Teil des dieser Arbeit zugrunde liegenden Materials, vor allem alle Schädelfunde, stammen aus den, vom Sonderforschungsbereich 53 „Palökologie" der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Grabungen. Die vorliegende Arbeit trägt die Nr. XX der Publikationen des SFB 53 „Palökologie" an der Universität Tübingen.

Das Material von der Fundstelle Sandelzhausen wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München aufbewahrt.

Für das System und die Terminologie der morphologischen Elemente an Zähnen und Knochen sei auf meine früheren Arbeiten verwiesen (Heissig 1969, 1972).

Herrn Prof. Dr. R. Dehm danke ich für die Überlassung des Materials, den Herren Dr. V. Fahlbusch, Dr. H. Gall, Dr. N. Schmidt-Kittler und Dipl.-Geol. H. Mayr für wertvolle Informationen über die Fundstelle.

1. *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp.

Unterfamilie: Aceratheriinae Dollo 1885
Tribus: Aceratherini Dollo 1885
Gattung: *Aceratherium* Kaup 1832
Untergattung: *Dromoceratherium* Crusafont, Villalta & Truyols 1955

Diagnose der Untergattung (Neufassung): Untergattung der Gattung *Aceratherium* mit kaum reduziertem oberem I^1, und schlankem, nur schwach gekrümmtem I_2. Größenunterschiede zwischen den oberen P gering, Molarisierung vollständig. Untere P und M mit abgeplatteter Protoconidkante und seichter, aber scharfer Außenfurche. Cingula sind allgemein stark, oft klobig entwickelt.

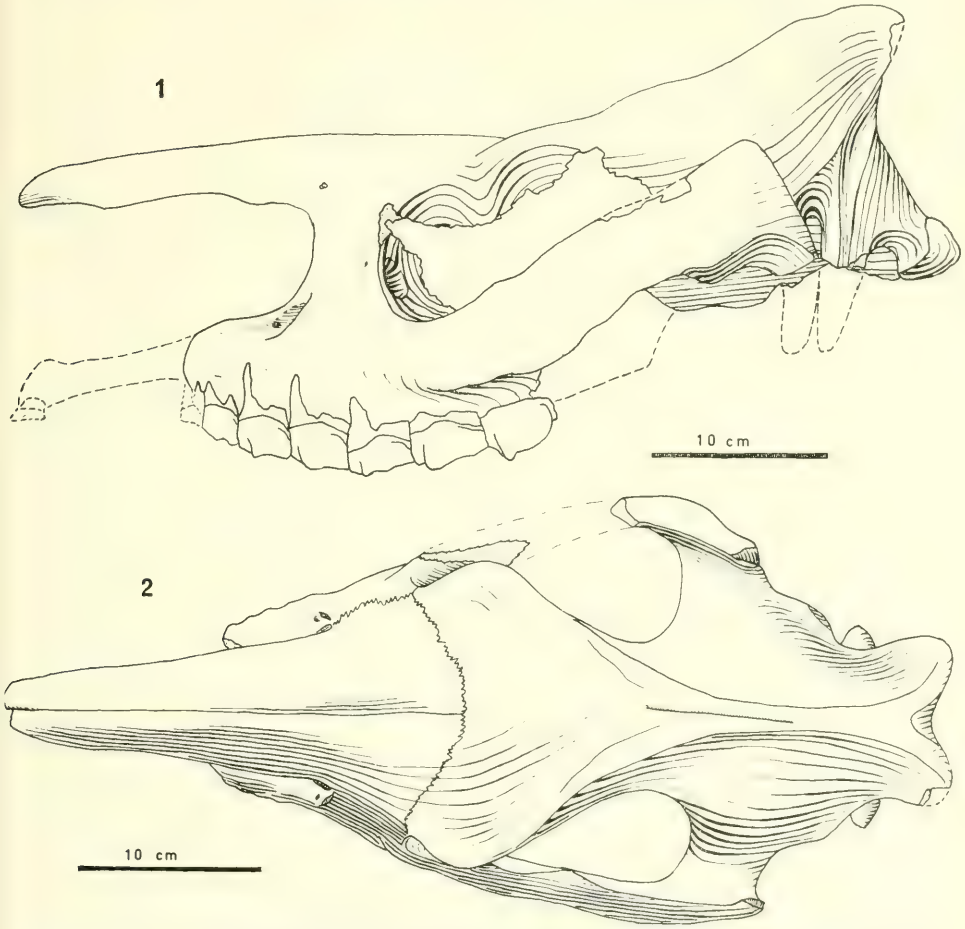


Abb. 1—2: *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp. Holotypus, Schädel 1959 II 400, verkleinert. Zeichnerisch ergänzte Teile sind gestrichelt. 1) von links, 2) von oben.

Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi n. sp.

1934 *Aceratherium* aff. *platyodon* MERMIER partim — ROMAN & VIRET, S. 29 ff.; Abb. 11, 12; Taf. 8, Fig. 1, 2, 5, 6; Taf. 9, Fig. 1, 2, 5, 7; Taf. 11, Fig. 8—10

non 1934 *Aceratherium* aff. *platyodon* MERMIER partim — ROMAN & VIRET, Taf. 8, Fig. 3, 4; Taf. 9, Fig. 3, 4, 6

1934 *Ceratorhinus tagicus* ROMAN partim — ROMAN & VIRET, S. 36, Taf. 9, Fig. 10

1934 *Ceratorhinus* sp. — ROMAN & VIRET, Taf. 9, Fig. 12

Diagnose: Kleine Art der Untergattung *Dromoceratherium* mit primitivem, schlankem I^1 mit auffällig langer Wurzel aber relativ kleiner Krone.

Typlokalität: Sandelzhausen.

Stratum typicum: Obere Süßwassermolasse, untere und mittlere Serie.

Namengebung: Nach Dr. Volker Fahlbusch, der die Grabungen in Sandelzhausen leitete.

Holotypus: Schädel Nr. 1959 II 400, Abb. 1, 2; Taf. 3, Fig. 1.

Beschreibung des Holotypus: Schädel und Nasenbeine sind schmal und langgestreckt. Die Nasalia sind von vorn nach hinten kaum gewölbt und zeigen keine Spur eines Hornstuhles. Die Naht ist nicht verzahnt und im caudalen Bereich durch eine tiefe Rinne der Oberseite markiert. Die Nasalincisur reicht bis zwischen P3 und P4; ihr Hinterrand bildet mit den Nasalia einen rechten Winkel.

Die Stirn ist relativ breit, mit starken Überaugenwülsten. Die von diesen ausgehenden Cristae parietales konvergieren nach hinten außergewöhnlich stark und bilden eine sehr lange Crista sagittalis. Das Hinterhaupt ist dementsprechend schmal. Es bildet eine senkrechte Fläche, über die die Condylen stark vorragen. Die Jochbögen laden im Verhältnis zur Stirnbreite stark aus.

Die Orbita ist nicht so eng wie bei *A. incisivum;* sie reicht bis über die Mitte des M^1 nach vorn. Das For. infraorbitale liegt über P^3. Der hintere Gaumenausschnitt reicht bis zur Mitte der M^2 nach vorn.

Die Backenzähne (das Vordergebiß fehlt) sind vom einfachen Bau aller primitiven Aceratherini. P^1 war persistent. Die anderen P sind molariform; ihre Außenwand ist verflacht. Der Paraconus ist stark nach hinten geneigt und nur bei P^4 markant. Die Parastylfurche ist stumpf, stufenförmig. Das Außencingulum ist hinter dem Metaconus stark, sonst können Runzeln auftreten. Die Querjoche sind kaum schräggestellt, das Crochet ist schwach, eine Crista kaum angedeutet. Nur beim linken P^2 ist eine schwache Brücke vorhanden, bei P^4 dagegen ein deutliches Antecrochet. Von den Furchen der Innenhöcker ist nur die hintere Protoconusfurche vorhanden, die bei P^3 schwach, bei P^4 deutlicher entwickelt ist. Bei beiden Zähnen fließt sie basal mit dem Medisinus zusammen. Die Postfossette ist eng, tief, mittellang und schlitzförmig. Das Innencingulum ist geschlossen, hoch über der Kronenbasis.

Die Molaren haben einen stärker vorspringenden Paraconus und eine scharfe Parastylfurche; nur der Paraconus des M^1 ist außen abgeplattet und nach hinten nur undeutlich begrenzt. Der Mesostyl ist schwach erkennbar. Die Querjoche sind parallel und schwach schräggestellt. Das Crochet ist sehr kurz, das Antecrochet kräftig, aber abgeplattet, so daß der Medisinus nur einmal kräftig geknickt ist. Er biegt basal kaum um das Crochet herum. Beide Protoconusfurchen sind stark und scharf, die vordere Hypoconusfurche ist schwach. Unabhängig vom Cingulum ist im Ausgang des Medisinus ein selbständiger Schmelzknoten oder Zapfen entwickelt, der bei M^3 am stärksten ist. Die Postfossette ist tief, eng und schlitzförmig. Das Innencingu-

lum bildet nur im Ausgang des Medisinus einen v-förmigen Riegel relativ hoch über der Basis. Das Außencingulum reicht von hinten weit über die Hinterwurzel nach vorn; es bildet eine Leiste knapp über der Schmelzbasis.

Der M^3 hat einen langen Talon mit weit labial liegender Spitze und eine Andeutung der Ectolophkante.

Paratypen:

Symphysenbruchstück mit den I_2. Nr. 1959 II 403

Die Symphyse ist schmal und relativ niedrig. Die I_2 stehen nahe beieinander und lassen keinen Raum für die I_1, von denen keine Spur vorhanden ist. Symphysenunterseite und I_2 sind kaum aufwärts gebogen. Das Diastema ist kurz, die Symphysenoberseite flach rinnenförmig. Die I_2 sind mittelstark, lanzettförmig, sehr schwach in beiden Richtungen gekrümmt. Die Krone ist lang, mit sehr schwacher flügelartiger Verbreiterung an der Basis. Ihr Querschnitt ist dreieckig mit scharfem Distolabialwinkel. Basal ist eine schwache Distalschneide entwickelt. Die Lingualfläche trägt nur basal eine sehr schwache Schmelzbedeckung. Die Usurfläche ist verwaschen und trägt keine Thegosis-Striae.

Die Wurzel der I_2 reicht bis unter den Hinterrand von P_2; im selben Bereich liegt der Hinterrand der Symphyse und das hinterste Foramen mentale.

Oberer I^1 li. 1959 II 402

Der obere Incisiv ist relativ klein gegenüber dem unteren. Die Krone ist kurz, meißelförmig mit hinten stark abfallender Schneide. Sie ist labial stark geglättet, doch ohne klare Usurfläche. Lingual ist der Hinterrand des Primärkonus durch eine deutliche Kante markiert. Der Zahnhals ist kräftig eingeschnürt. Die Wurzel ist sehr lang und schlank.

Untere Zahnreihe P_2—M_2 re, 1959 II 401

Die Prämolaren sind einfach gebaut, mit flachen, zugeschärften Zahngruben und sehr hoch über der Basis verlaufenden starken Cingula, die einen Riegel unter der Talonidgrube bilden. Der P_2 ist sehr lang und schmal und in seiner Größe gegenüber den übrigen P nicht reduziert. Die Prämolaren sind im Verhältnis zu den Molaren groß. Das wichtigste Merkmal ist die deutliche Verflachung der gesamten Außenwand, vor allem der Protoconidkante und der Außenseite des Hypolophids, die sogar eine schwache senkrechte Rinne trägt.

Die Molaren sind sehr primitiv und zeigen keine diagnostisch wertvollen Merkmale. Gegenüber den P fällt die abweichende Cingulum-Verteilung auf. Das Innencingulum unter der Talonidgrube fehlt beim M_2 ganz, beim M_1 fast ganz. Dagegen ist in der scharfen Außenfurche immer ein Cingulum-Riegel entwickelt, der bei den P fehlt.

Vergleiche mit *A. (Dromoceratherium) mirallesi* (Crusafont, Villalta & Truyols 1955), der Typusart der Untergattung.

Von dieser Art sind weder Reste des Schädels noch der oberen Backenzähne bekannt. Die unteren Backenzähne zeigen bei beiden Formen eine Übereinstimmung in der Abplattung der Außenwand der P. Da dieses Merkmal bei keiner anderen *Aceratherium*-Art auftritt, deutet es als Sonderbildung auf eine enge Verwandtschaft beider Formen hin. Die Unterschiede sind gering:

Aceratherium (D.) fahlbuschi ist kleiner (die P 10 — 20 %, die M 15 — 25 %), die Molarenreihe ist im Verhältnis zu den Prämolaren kürzer als bei *mirallesi*. Die Cingula sind bei *fahlbuschi* stärker, die Zahngruben liegen etwas höher über der Kronenbasis.

Die unteren I_2 bieten keine nennenswerten Unterschiede. Dagegen ist der obere I^1 bei *mirallesi* breiter und hat eine dickere, kürzere Wurzel.

Trotz dieser relativ unbedeutenden Verschiedenheiten sprechen folgende Gründe für die artliche Selbständigkeit von *A. (D.) fahlbuschi:*

Eine großwüchsige Form von *A. (Dromoceratherium),* die in Georgensgmünd (Obermiozän) vorkommt, zeigt dieselbe Entwicklung des I^1 wie *mirallesi.* Das bedeutet, daß sich diese Form vom Burdigal bis zum Torton neben der kleineren Form (erstes Auftreten in La Romieu) gehalten hat. Das ist bei Rassen einer Art sehr unwahrscheinlich, noch dazu wenn sie in eng benachbarten Gebieten vorkommen.

Das System der Aceratherini und die Stellung der Untergattung *A. (Dromoceratherium)*

a. Schädelmorphologie:

Unter den Aceratherini lassen sich grundsätzlich zwei Schädeltypen unterscheiden: Ein primitiverer mit schmaler Stirn, schmalem Hinterhaupt und weit ausladenden Jochbögen und ein modernerer mit breiterer Stirn, breiterem Hinterhaupt und eng anliegenden Jochbögen. Dem entspricht bei der primitiveren Gruppe eine lange Sagittalcrista, während sie bei der modernen Gruppe kurz ist oder fehlt.

Zur ersten Gruppe gehören außer *A. (Dromoceratherium)* auch die *Aceratherium*-Arten *tetradactylum* (Lartet 1839), *depereti* Borissiak 1927, *acutirostratum* (Deraniyagala 1951)

Tabelle 1: Schädelmaße der Arten von Sandelzhausen und eines Vergleichsstückes

Maße in Projektion (in mm)	Sansan	Sandelzhausen		
	Ac. tetradactylum Paris 3378	*A. (D.) fahlbuschi* München 1959 II 400	*B. germanica* 404	*D. sansaniensis* 411
Länge Cr. occipital. — Spitze der Nasalia	530	516	(320)	596
L. Condyli — P_2 vorn	—	431	330	434
L. Orbita — Nasalincisur	55	43	47	116
L. freie Nasalia	180	172	85“	140
P^2—M^3	219	196	170	184
L. der Schläfengrube	130	112	85	116
Breite am Jochbogen	320	270	270	294
B. der Stirn	193	175	128	192
B. Hinterhaupt oben	141	(98)	127	182
B. über die Condylen	138	119	89	130
B. der Nasalia-Basis	137	86	58	144
Querdistanz der M^3	—	82	57	86
Höhe des Hinterhaupts	(174)	(161)	(142)“	—
H. der Nasalincisur über P^2	—	62	—	—
H. der Stirn über M^2-Basis	—	(148)	—	—

“: Maß von anderem Individuum.

Zur zweiten Gruppe gehören die *Aceratherium*-Arten *platyodon* MERMIER 1895, *simorrense* (LARTET 1848) und *incisivum* KAUP 1832, die Gattungen *Mesaceratherium, Aphelops* und alle Gattungen der *Chilotherium*-Gruppe.

Unbekannt ist die Schädelform von *A. belvederense* (WANG 1929a) und von *Plesiaceratherium.*

In beiden Gruppen verläuft die Reduktion der Nasalia und die Rückwärtsverlagerung der Nasalincisur etwa parallel, während der Übergang von der primitiven Schädelform zur moderneren höchstens bei einer Form noch beobachtet werden kann *(A. tetradactylum — incisivum),* bei allen anderen aber schon vollzogen ist oder ausbleibt.

Tabelle 2: Maße am Gebiß der Sandelzhausener Arten und einiger Vergleichsstücke

Maße:	Sansan	Sandelzhausen			Georgensgmd.
	A. tetradactylum	*A. (D.) fahlbuschi*	*D. sansaniensis*	*Brachypodella germanica*	
	Paris	München			München
Nr.	3378	1959 II 400	411	404	A.S. 7 Holot.
P^2—M^3	219	196 re	184 li	170 li	188 li
P^2—P^4	102	87	83	73	80
M^1—M^3	130"	109	107	107	115
L:B P^2	28:37	24:33	24:30	21:28	—
L:B P^3	33:50	29:39	38:36	25:35	25:38
L:B P^4	—:53"	32:43	30:41	28:41	29:44
L:B M^1	— —	32:44	31:42	31:40	33:45
L:B M^2	44:57"	36:47	36:44	37:41	42:50
L:B M^3	45:52"	41:42	33:42	36:40	41:48
Nr.	T	401	412	406	1902 I 2
P_2—M_3	242	— re	202 li	167 re	177 li
P_2—P_4	114	86	91	67	72
M_1—M_3	128	—	111	100	105
L:B P_2	26:18	26:16	27:18	17:14	19:14
L:B P_3	32:22	30:19	30:22	25:18	26:18
L:B P_4	36:25	32:22	33:25	27:23	27:22
L:B M_1	36:25	32:22	34:24	30:24	32:23
L:B M_2	41:26	37:22	38:26	34:22	36:23
L:B M_3	42:25	—	40:27	39:22	38:23
Nr.		402		407	
I^1 L:B Basis	—	30:11	—	40:18	—
Nr.	?	403	413	409	1902 I 2
I_2 B:D Basis	37:25	31:20	22:15	32:17	21:13 (♀)
I_2-Distanz	—	19	—	—	—

": Maß von anderem Individuum.

b. Vordergebiß:

Die Incisiven sind bei den Aceratherini besonders stark differenziert, doch sind vor allem die oberen selten im Zusammenhang mit den übrigen Resten erhalten.

Obere Incisiven sind erhalten bei *Mesaceratherium, A. (Dromoceratherium) fahlbuschi* und *mirallesi* und *A. simorrense.*

Sie fehlen sicher bei *A. tetradactylum, acutirostratum, Aphelops* und allen Gattungen der *Chilotherium*-Gruppe.

Untere Incisiven bieten weniger Merkmale. Ihre Krümmung ist stark bei *Mesaceratherium, A. simorrense* und primitiven *Chilotherium*-Arten.

Mittelstark gekrümmte I_2 haben *A. (A.) tetradactylum* und *incivisum* und höher entwickelte *Chilotherium*-Arten.

Schwach gekrümmte I_2 haben die *A. (Dromoceratherium)*-Arten und *A. platyodon.*

c. Backenzähne:

Die oberen Backenzähne sind bei den primitiveren Aceratherini sehr uniform. Einzelne Formen zeigen Sondermerkmale oder eigenständige Modernisierung einzelner Merkmale, doch lassen sich keine generell wichtigen Merkmale finden. Die Molarisierung der oberen P unterliegt einer so starken Variabilität, daß nur Populationen miteinander verglichen werden können. Für *A. (Dromoceratherium) fahlbuschi* wichtig ist die Tatsache, daß keine Modernisierungen auftreten, während bei *Aceratherium* s. str. z. B. eine beginnende Reduktion des Innencingulums der P zu beobachten ist. Auch in der Bildung von Furchen an den Innenhöckern der P geht bereits *A. tetradactylum* weiter. Die Abplattung des Paraconus ist ein Sondermerkmal, das der Abplattung der Außenwand der unteren P entspricht.

Bei den unteren Backenzähnen kann die Reduktion des P_2 als wichtiges Merkmal gewertet werden. *A. (Dromoceratherium)* verhält sich primitiv, da eine Reduktion nicht feststellbar ist. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei *Mesaceratherium gaimersheimense* (Heissig 1969), *Aceratherium platyodon* und *belvederense.* Bei *A. tetradactylum* wird der P_2 zwar etwas verkleinert, bleibt aber lang und schlank. Ähnlich erfolgt die Verkleinerung bei *A. simorrense* und *Acerorhinus.* Kurz und gedrungen wird der P_2 bei *Plesiaceratherium, Chilotherium* und *A. incisivum.*

d. Extremitätenbau:

Extremitätenreste sind leider nur von einem Teil der Formen bekannt. Trotzdem läßt sich eine allgemeine Tendenz zur Extremitätenverkürzung feststellen, die im allgemeinen der Modernisierung in anderen Bereichen entspricht. Eine Ausnahme macht *Plesiaceratherium* mit besonders schlanken Extremitäten, das im Gebiß eher modern als primitiv ist.

Unter den übrigen Formen hat A. *(Dromoceratherium) fahlbuschi* die schlanksten Metapodien, dann folgen *A. (D.) mirallesi, A. tetradactylum* und *depereti.* Besonders stark ist die Verkürzung bei der *Chilotherium*-Gruppe, die auch sonst besonders viele moderne Merkmale aufweist.

Aus diesen Gegenüberstellungen ergibt sich, daß die primitiven *Aceratherium*-Formen eine sehr eng geschlossene Gruppe bilden. Unter diesen behalten die Arten *mirallesi* und *fahlbuschi* als einzige ihre oberen I^1, während diese in den Linien

tetradactylum — incisivum und *acutirostratum* verloren gehen. Auch im übrigen zeigen beide Arten keine Tendenzen zur Modernisierung, während *tetradactylum-incisivum* und *acutirostratum* in mehreren Merkmalen moderner sind. Aus diesen Gründen ist eine Gegenüberstellung der Formenkreise als *Aceratherium* s. str. und *Aceratherium (Dromoceratherium)* berechtigt. Da jedoch außer der Abplattung der Außenwand bei den P keine Sondermerkmale die Untergattung *A. (Dromoceratherium)* gegenüber *Aceratherium* s. str. charakterisieren, halte ich eine Abtrennung als eigene Gattung nicht für angemessen.

In der Schwebe bleibt dagegen die Stellung mehrerer anderer *Aceratherium*-Arten:

A. platyodon und *A. simorrense* haben einen moderneren Schädelbau. Von *A. belvederense* sind überhaupt nur die Zahnreihen bekannt. *A. platyodon* könnte eine Seitenlinie von *Aceratherium* s. str. sein, deren Schädel frühzeitig modernisiert wurde. *A. simorrense* erinnert in der stärkeren Krümmung der I_2 und in der Größe der I^1 an die oligomiozäne Gattung *Mesaceratherium*, die ebenfalls einen moderneren Schädel hat (Spillmann 1969); allerdings ist *simorrense* eher etwas kleiner als *Mesaceratherium*. *A. belvederense* kann noch nicht näher beurteilt werden.

2. *Brachypodella* n. gen. *germanica* (WANG 1929)

Unterfamilie: Aceratheriinae
Tribus: Teleoceratini
Gattung: *Brachypodella* n. gen.

Diagnose der Gattung: Kleine bis mittelgroße Teleoceratini mit eingesatteltem Schädelprofil. Nasalia mittellang oder verkürzt, zumindest im männlichen Geschlecht horntragend. I^1 groß, hinten stark verbreitert. Prämolaren gegenüber den Molaren stark verkürzt, von P2—P4 stark an Größe zunehmend. Obere P sehr breit, mit deutlichem Metaconuswulst und gezähntem Crochet. Obere M mit deutlicher hinterer Hypoconusfurche. Unterer P_2 stark reduziert. Alle Extremitätenknochen sind stark verkürzt.

Typusart: *Brachypodella germanica* (Wang 1929)

Brachypodella germanica (Wang 1929)

	1834	ohne Bestimmung — H. v. Meyer, Taf. 6, Fig. 50
	1896a	*Acerotherium platyodon* — Mermier, S. 257—260
v	1908	*Diceratherium Douvillei* partim — Mayet, S. 92, Abb. 27, Taf. 3, Fig. 4
v	1909	*Rhinoceros (Ceratorhinus) sansaniensis* Lartet partim — Zdarsky, S. 235 ff.; Taf. 6, Fig. 6—9
v	1915	*Ceratorhinus sansaniensis* Lartet partim — Teppner, S. 27
	1925	*„Rhinoceros turonensis* Bourgeois“ partim — Stehlin & Helbing, S. 129 ff.
v	1929	*Dicerorhinus germanicus* n. spec. — Wang, S. 191 ff.; Taf. 8, Fig. 1—4; Taf. 9, Fig. 1, 2; Abb. 2 B
	1929	*Diceratherium steinheimense* (Jaeger) — Wang, S. 203; Taf. 8, Fig. 5—7
v non	1929a	*Dicerorhinus germanicus* nov. spec. — Wang, S. 4; Taf. 2, Fig. 5
	1934	*Ceratorhinus tagicus* Roman partim — Roman & Viret, S. 35; Taf. 9, Fig. 9, 11
	1965	*Brachypotherium aurelianense* Nouel — Ballesio, Battetta, David & Mein, S. 75; Taf. 7, Fig. 3a, 3b

1970 *Dicerorhinus sansaniensis-germanicus* Gruppe partim — Mottl, S. 83, 89, 98, 102, 103

Holotypus: Linkes Oberkieferstück P^2—M^3, Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. München Nr. A. S. 7

Locus typicus: Georgensgmünd

Stratum typicum: Obermiozän

Diagnose (Neufassung): Typusart der Gattung *Brachypodella* mit besonders starker Entwicklung des Außencingulums an den oberen Backenzähnen. M^3 mit stark reduziertem Talon. I^1 hinten sehr stark verbreitert, auffällig niederkronig. I_2 fast waagerecht eingepflanzt. P_1 klein, kegelförmig, nicht persistent.

Bemerkungen: Wang (1929), der seine neue Art aus nicht näher bezeichneten Gründen zu *Dicerorhinus* stellt, folgert daraus, daß die kleinen plumpen Extremitätenknochen von Georgensgmünd nicht zu dieser Art gehören können, da *Dicerorhinus* keine plumpen Extremitäten hat. Er stellte die Reste mit erheblichen Zweifeln zu „*Diceratherium steinheimense*". Die neuen Funde von Sandelzhausen haben nun gezeigt, daß die als „*germanicus*" bezeichneten Zähne tatsächlich zu den plumpen, kleinen Extremitätenknochen gehören, und daß damit diese Art, die kräftige obere Incisiven hat, zu den Teleoceratini zu stellen ist.

Beschreibung der neuen Funde:

Schädel Nr. 1959 II 404: Der vollständigste Schädel von Sandelzhausen stimmt in all den Merkmalen mit dem Holotypus überein, die am Holotypus noch zu erkennen sind, ist aber deutlich kleiner.

Das Stirnprofil ist stark eingebogen, wobei die Verdrückung die Sattelung verstärkt und die Nasalia stärker aufgerichtet hat. Diese sind hinten sehr breit und verschmälern sich rasch nach vorn. In der Medianlinie sind sie durch eine kräftige Furche getrennt. Die Spitze fehlt, so daß über Hornbildungen nichts gesagt werden kann. Ein weiterer, 1972 gefundener Schädel zeigt einen kleinen, kugeligen Hornstuhl. Die Stirn ist breit und bildet starke Wülste über den Orbitae. Nach hinten konvergieren die Cristae parietales zunächst schwach, dann stärker, um zu einer kurzen Sagittalcrista zusammenzulaufen. Das Hinterhaupt ist breit, kastenförmig; die Jochbögen laden sehr weit aus.

Die Nasalincisur endet über dem Vorderrand des P^3, das For. infraorbitale liegt ebenfalls über P^3. Die Orbita reicht bis über die Mitte des M^1 nach vorn. Der hintere Gaumenausschnitt erstreckt sich bis zur Vorderhälfte der M^2, beim flachgedrückten Schädel nur bis zum Hinterrand des M^2.

Incisiven: An den Incisiven ist bei dieser Art der stärkste Geschlechtsdimorphismus unter den drei Arten zu beobachten. Die oberen weiblichen I^1 erreichen etwa die Hälfte der Länge der männlichen. Bei den unteren I_2 erreichen die weiblichen etwas mehr als die halbe Breite der männlichen.

Die oberen I^1 sind auffällig geformt: Sie sind vorn sehr schmal, hinten dagegen stark nach labial verbreitert. Die Kronenhöhe ist sehr niedrig, so daß die Zahnkrone nicht mehr die bei Rhinocerotiden weit verbreitete Meißelform hat, sondern mehr bohnen- oder kappenförmig wird. Die Längsschneide wird zu einer aufgesetzten Kante. Die Abkauung erfolgt im wesentlichen im hinteren Kronenteil, wo immer kräftige Thegosis-Striae vorhanden sind. Die vordere Spitze zeigt meist nur eine diffuse Usur.

Die unteren I_2 sind stark gekrümmt, mit einer breit, flügelartig ausladenden

Kronenbasis und einer scharfen mesialen Schneide. Sie sind fast waagerecht im Unterkiefer eingepflanzt, krümmen sich aber stark nach oben. Von den I_1 sind nur die Alveolen bekannt.

Backenzähne: Die oberen Prämolaren sind im Verhältnis zu den Molaren stark verkürzt. Die Breite nimmt stark nach vorn ab, wobei schon der P^2 deutliche Zeichen einer Reduktion zeigt. Der P^1 ist sehr klein und fällt bald nach dem Zahnwechsel aus. P^2—P^4 sind voll molariform, mit einem starken Antecrochet, das eine niedrige Innenschwelle bildet. Die Außenwand ist primitiv, mit einem schmalen, nach hinten geneigten Paraconus und einem relativ langen Parastyl. Der Mesostyl ist nur beim P^4 deutlicher, sonst nur bei frischen Zähnen erkennbar. Der Metaconus ist immer durch einen deutlichen Wulst markiert, der nach oben zu einer schmalen, flachen Rippe werden kann. Die Querjoche divergieren nach innen und sind nur schwach schräggestellt. Das schwache Crochet ist meist creneliert oder besteht aus mehreren Fältchen. Eine Crista fehlt immer. Vordere und hintere Protoconusfurche sind stark entwickelt. Die Postfossette ist dreieckig, trichterförmig. Das Innencingulum bildet meist nur einen Bogen zwischen den Höckern. Das Außencingulum kann über die ganze Außenseite als schwacher Saum an der Basis entwikkelt sein, meist fehlt es streckenweise.

Die oberen Molaren sind sehr viel länger als die P. Der Parastyl ist kurz und immer durch eine scharfe und tiefe Furche vom Paraconus getrennt. Dieser ist schmal und markant. Mesostyl und Metaconus werden erst nahe der Kaufläche als schwache Wülste erkennbar. Die Querjoche sind stärker schräggestellt als bei den P und divergieren nur bei frischen Zähnen. Das auffallendste Element ist das runde, weit ausladende Antecrochet und die starke Schnürung des rundlichen Protoconus. Das Crochet ist kräftig, meist einfach. Obwohl gelegentlich eine Crista auftritt, hat das Crochet nie eine Verbindung mit dieser, sondern eher mit einer selten auftretenden kleinen Crochet-Gegenfalte. Zu einer vollständigen Verbindung mit dieser kommt es nur bei einem M^3 des Schädels von Sandelzhausen. Es sind beide Hypoconusfurchen entwickelt, meist zugeschärft, wenn auch schwächer als die des Protoconus. Die Postfossette ist oben dreieckig, in der Tiefe schlitzförmig. Das Außencingulum entspricht etwa dem der P, das Innencingulum bildet meist nur einen Zapfen im Medisinus, kann aber auch fehlen. Beim M^3 ist es als schwacher Riegel ausgebildet.

Der Talon des M^3 ist zu einer einfachen, schräg nach außen abfallenden Leiste reduziert, die sehr weit lingual liegt. Die Ectolophkante ist als Streifen angedeutet, aber meist nicht mehr klar von der Innenkante des Metalophs getrennt.

Die unteren Prämolaren sind ebenfalls gegenüber den Molaren stark verkürzt. Der P_1 tritt noch auf, erreicht die Kaufläche aber nicht. Er ist kegelförmig, einwurzelig. P_2 ist stark verkürzt. Das Paralophid bildet eine gerade, kurze Schneide nach vorn. Der hintere Abschnitt entspricht den übrigen P, unterscheidet sich aber durch die starke Schrägstellung des Metalophid-Innenschenkels, der meist das Endoconid erreicht und damit die Talonidgrube völlig abschließt. P_3 und P_4 sind bis auf wenige Merkmale den M völlig angeglichen. Die Hauptunterschiede sind die starke Protoconidfalte, die bei den M bis auf wenige M_3 fehlt, die vordere Außenfurche bei P_2 und P_3 und die schwächere Schrägstellung der Talonidgrube bei den P.

Alle unteren Backenzähne haben eine scharfe, tiefe Außenfurche. Meta- und Paralophid sind rechtwinklig geknickt. Das Paralophid bildet einen kurzen Haken,

der direkt oder nach einer kurzen Unterbrechung (bei den P) in die steil abfallende Cingulum-Leiste übergeht. Die Trigonidgrube ist stumpf und stark nach innen geneigt; sie liegt bei den P hoch über der Basis und geht lingual in eine steile Rinne über. Bei den M, vor allem bei M_2 und M_3, sitzt sie tiefer und endet lingual direkt im Cingulum. Die Kerbe zwischen den Jochen ist seicht, nur bei den hinteren M etwas tiefer. Das Hypolophid ist immer kräftig einfach geknickt, mit einem relativ kurzen Außenschenkel. Die Talonidgrube ist eng und hat einen stark zugeschärften Boden, der immer nach lingual abfällt. Bei den M kann die Kerbe nach einem scharfen Knick mit der Kerbe zwischen den Jochen verbunden sein. Das Außencingulum ist sehr schwach und meist nur in der Außenfurche oder dahinter entwickelt. Das Innencingulum kann unter der Talonidgrube ganz fehlen, meistens bildet es einen schwachen v-förmigen Riegel, tief unter deren Ausgang. Die vordere Cingulum-Leiste endet meist an der Rinne der Trigonidgrube, kann sich aber nahe der Kronenbasis bis weit unter das Metaconid fortsetzen.

Extremitätenknochen: Bei den Extremitätenknochen fällt die starke Verkürzung auf. Für die Zuordnung zu den Teleoceratini sind weiterhin wichtig: Die niedrige walzenförmige Form des Astragalus, mit einer Verschiebung der Trochlea nach lateral und einer Vergrößerung der Fibula-Facette; der hohe Processus calcanei; das Auftreten einer volaren Gelenkfläche zwischen Radiale und Intermedium.

Damit ist eine nähere Verwandtschaft mit kurzfüßigen Aceratherini (*Chilotherium*) ausgeschlossen. Auf weitere Einzelmerkmale soll nur im Zusammenhang mit nahe verwandten Formen eingegangen werden.

Das System der Teleoceratini und die Stellung der Gattung *Brachypodella* n. gen.

Schädelbau: Die wichtigsten Merkmale am Schädel der Teleoceratini sind die Form der Nasalia und die Krümmung des Stirnprofils.

Ausgehend von primitiven Formen des Oligozäns wie *Brachydiceratherium lemanense* (Pomel 1853), die lange, schmale Nasalia mit einem kleinen gespaltenen Hornstuhl haben, und deren Schädelprofil noch fast gerade ist, bilden sich im Miozän zwei wichtige Typen heraus, denen beiden eine Verkürzung der Nasalia und eine Verbreiterung der Stirn gegenüber den älteren Formen gemeinsam ist.

Eine Gruppe, bei der der Hornstuhl verlorengeht, die Nasalia stark verkürzt werden und das Stirnprofil gerade bleibt, ist nur in ihrer Endform, der Gattung *Brachypotherium* bekannt. Die andere Gruppe mit stärker eingesattelter Stirn, etwas längeren Nasalia und bleibendem Hornstuhl endet mit *Teleoceras,* ist aber durch mehrere weitere Formen belegt, z. B. „*Brachypotherium*" *aurelianense* (Nouel 1866) und *Diaceratherium tomerdingense* Dietrich 1931.

Brachypodella hat verkürzte Nasalia und ein stark durchgebogenes Schädelprofil, gehört also im Schädelbau in die Verwandtschaft von *Teleoceras,* nicht in die von *Brachypotherium.* Die Nasalincisur entspricht den Verhältnissen bei *aurelianense* und *lemanense,* verhält sich also primitiv.

Ein in seiner Stellung etwas zweifelhafter Fund, den Wang (1929) zu seiner Art *germanicus* stellt, ist ein Schädel ohne Fundangabe aus dem Museum von Nérac (Roman 1909). Er vereinigt die Gebißmerkmale von *Brachypodella* mit einem

schwach konkaven Schädelprofil und langen, primitiven Nasalia. Das Stück ist außerdem erheblich größer als *B. germanica.*

Incisiven: Die Incisiven sind bei den Teleoceratini nicht besonders differenziert, vor allem die unteren sind sehr einheitlich. Bei den oberen I^1 ist die für *Brachypodella* typische Form sonst nirgendwo anzutreffen, was nur als späte, eigenständige Spezialisierung dieser Gattung gedeutet werden kann.

Backenzähne: Wie im Schädelbau, so lassen sich auch bei den oberen Backenzähnen zwei Grundtypen unterscheiden: Ein Typ hat eine schwach gegliederte Außenwand der oberen P und allgemein starke Cingula, wozu *Brachydiceratherium* und *Brachypotherium* gehören.

Der zweite Typ umfaßt alle übrigen Teleoceratini und hat eine kräftigere Metaconusrippe an den oberen P und allgemein schwächere Cingula.

Unter den Formen der zweiten Gruppe sind *Teleoceras* und *Aprotodon* durch hochkronige Zähne ausgezeichnet, was für *Brachypodella* und die übrigen europäischen Formen nicht zutrifft.

Auch unter dieser Restgruppe lassen sich nochmals zwei Formenkreise ausgliedern: *Diaceratherium tomerdingense* und die Art *aurelianense* haben stärkere Innencingula, schwach konvergente Querjoche und eine konvexe Außenwand der oberen P. Ein Außencingulum fehlt. *Brachypodella germanica,* der Schädel von Nérac und *„Diceratherium" douvillei* Osborn 1900, haben obere P mit einem sehr schwachen Innencingulum, divergenten Querjochen und einer stärkeren Metaconusrippe, so daß die Außenwand mehr konkav erscheint. *B. germanica* hat aber innerhalb der ganzen Gruppe eine Sonderstellung, als sie das stärkste Außencingulum hat und zugleich die kleinste und geologisch jüngste Form ist. Es kommt daher keine der bisher besprochenen Formen als Vorfahrenform für *B. germanica* in Frage.

Eine weitere Form, deren Oberkiefergebiß sich sehr gut an *Brachypodella* anschließen läßt, ist *„Dicerorhinus tagicus* (Roman 1907)". Dies gilt allerdings nur für den Holotypus, von dem nur die oberen Backenzähne bekannt sind. Fast alle Formen anderer Lokalitäten, insbesondere älter als Burdigal, die zu dieser Art gestellt wurden, haben außer der geringen Größe keine gemeinsamen Merkmale. Meist handelt es sich um *Protaceratherium minutum* (Cuvier 1822).

Der Holotypus von *tagicus* hat denselben Typ der Außenwand und des Cingulums wie die P und M von *Brachypodella germanica.* Auch das Außencingulum ist stark entwickelt. Die Querjoche der P sind allerdings nicht divergent, sondern parallel oder schwach konvergent; fast alle P haben noch eine linguale Brücke. Der M^3 hat noch einen langen Talon. Die P haben eine gut entwickelte Crista. Alle Zähne sind erheblich kleiner als bei *B. germanica.* Außer dem Auftreten einer Crista an den P können alle diese Merkmale als primitiver gedeutet werden und schließen damit eine Aszendenz nicht aus.

Eine Reihe von sehr charakteristischen Merkmalen findet sich bei beiden Arten: Die sehr scharfe Parastylfurche der M, die hintere Hypoconusfurche der M, die starken Breitenunterschiede der P, die geringe Größe der P gegenüber den M und die starke Horizontalskulptur des Schmelzes.

Die unteren Backenzähne ergeben im ganzen dasselbe Bild, bieten aber wesentlich weniger Merkmale. Die Verkürzung des P_2 und die relative Länge der übrigen P erlaubt es *„Diceratherium douvillei* Osborn" und *Brachypodella germanica* mit kurzen P den Formen mit langen P_3 und P_4 und mäßig verkürztem P_2 gegen-

überzustellen, zu denen *Diaceratherium tomerdingense* und *„Brachypotherium" aurelianense* gehören.

Extremitätenknochen: Unter den Teleoceratini lassen sich grundsätzlich die älteren, vierzehigen und die jüngeren, dreizehigen Formen gegenüberstellen. Ein voll entwickeltes MC V haben noch *Brachydiceratherium, Diaceratherium tomerdingense* und *„Brachypotherium" aurelianense. Teleoceras* und *Brachypotherium* gehören zur jüngeren, dreizehigen Gruppe, bei denen das MC V zu einem kleinen, rundlichen Knochen ohne distale Gelenkfläche reduziert ist. *Brachypodella* nimmt eine Mittelstellung ein.

Unter diesen Formen ist dieser Knochen bei *Brachypotherium* stark seitlich oder sogar nach oben gekippt, während die Kippung bei *Brachypodella* und *Teleoceras* schwach bleibt.

Wie bei *Teleoceras* kann es auch bei *Brachypodella* zwischen Intermedium und Carpale 4 zu einer zusätzlichen hinteren Gelenkung kommen, die *Brachypotherium* fehlt.

Eine zusammenfassende Wertung aller dieser Befunde zeigt, daß die Gattung *Brachypodella* von allen anderen deutlich getrennt ist. Sie umfaßt vermutlich zwei Stammlinien, deren eine die Arten *B. tagica* (Roman 1907) und *B. germanica* (Wang 1929), die andere *B. douvillei* (Osborn 1900) umfaßt. Der Schädel von Nérac ist vermutlich *B. douvillei* oder zumindest derselben Stammlinie zuzuordnen.

Die Gattung zeigt morphologisch engere Beziehungen zu *Teleoceras* und *Diaceratherium*, dem auch die Art *aurelianense* zuzuordnen ist, ist aber im Zahnbau primitiver als die erstere, im Extremitätenbau moderner als die zweite.

3. *Didermocerus sansaniensis* (LARTET 1848)

Unterfamilie: Rhinocerotinae Gray 1821
Tribus: Rhinocerotini Gray 1821
Gattung: *Didermocerus* Brookes 1828
syn. *Dicerorhinus* Gloger 1841
syn. *Ceratorhinus* Gray 1867

Diagnose: Meist mittelgroße Rhinocerotini mit zwei medianen Hörnern. Mindestens je ein Paar Incisiven in Ober- und Unterkiefer. Schädel meist dolichocephal, mit mäßig ansteigendem Hinterhaupt. Unterkiefer mit gebogenem Unterrand, der ohne Knick in die flach ansteigende Symphyse übergeht. Backenzähne brachydont, selten subhypsodont, mit den Merkmalen des Tribus.

Typusart: *Didermocerus sumatrensis* (Fischer 1814)

Didermocerus sansaniensis (Lartet 1848)

1834 ohne Bestimmung — H. v. Meyer, S. 112, Fig. 95, Taf. 13
v 1848 *Rhinoceros sansaniensis* — Lartet in Laurillard, in d'Orbigny **11**, S. 100
1851 *Rhinoceros sansaniensis* — Lartet, S. 29
1853 *Rhinoceros sansaniensis* — Duvernoy, S. 4 ff.
1855 *Rhinoceros sansaniensis* Lartet — Duvernoy, S. 31 ff.; Taf. 1, Fig. 1a; Taf. 3, Fig. 1b; Taf. 4, Fig. 1c
1891 *Rhinoceros sansaniensis* (Lartet) — Filhol, S. 194; Taf. 13, 14

v 1893 *Aceratherium incisivum* Kaup partim — Hofmann, S. 53 ff.; Taf. 10, Fig. 1, 3, 5
1898 *Rhinoceros sansaniensis,* Lartet — Roger, S. 21
v 1900 *Rhinoceros sansaniensis,* Lartet — Roger, S. 49; Taf. 1, Fig. 1
1900 *Rhinoceros sansaniensis* — Osborn, S. 256 ff.; Abb. 13 A, 14 A
v 1929a *Dicerorhinus germanicus* nov. spec. — Wang, S. 4; Taf. 2, Fig. 5
v 1970 *Dicerorhinus sansaniensis-germanicus* Gruppe partim — Mottl, S. 85, 89, 98, 102
v 1970 *Aceratherium tetradactylum* (Lart.) partim — Mottl, S. 108

Diagnose (Neufassung): Große europäische Art der Gattung *Didermocerus.* Schädel breit, hinterer Hornstuhl schwach bis fehlend. Backenzähne klein, sehr brachydont, meist ohne inneres und äußeres Cingulum. Rippen der Außenwand bei den oberen P deutlich konvergent, ungleich stark. Obere M mit deutlichem Antecrochet. Untere P_1 und P_2 relativ groß. Extremitäten im Vergleich mit *D. sumatrensis* langgestreckt.

Beschreibung: Da die Art gut bekannt ist, beschränke ich mich hier auf Schädel- und Gebißreste. Die Extremitätenknochen sind bei den Rhinocerotini so uniform, daß sie zur Systematik wenig beitragen.

Der Schädel ist größer als der Typusschädel von Sansan, obwohl die Zahnreihen etwa gleich lang sind. Das bedeutet, daß beim Schädel von Sandelzhausen die Zähne im Verhältnis zur Größe des Schädels sehr klein sind. Im übrigen lassen sich die beiden Schädel nur schwer vergleichen, da der Typusschädel stark lateral, der von Sandelzhausen dagegen vertikal verdrückt ist.

Die Nasalia sind breit, der seitliche Flansch der Unterseite ist schwach. Der vordere Hornstuhl ist groß und spitz, der hintere fehlt, während er beim Schädel von Sansan gut entwickelt ist. Die Stirn ist kaum breiter als die Nasalia. Die Cristae parietales konvergieren nach hinten nur schwach und bleiben durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Das Hinterhaupt ist breit und rechteckig. Die Crista occipitalis überragt die Condylen nach hinten, was aber vermutlich auf die Verdrükkung zurückzuführen ist.

Die Nasalincisur endet beim P^1, das For. infraorbitale liegt über P^2, die Orbita reicht bis zum M^1 nach vorn. Der Jochbogen ist relativ schwach abgespreizt. Der hintere Gaumenausschnitt reicht bis zur vorderen Hälfte des M^2. Die Ohrregion zeigt keinen durch Verwachsung geschlossenen falschen äußeren Gehörgang. Der Proc. posttympanicus greift aber mit einem plattenartigen Fortsatz seitlich über den Proc. postglenoidalis nach vorn, so daß er den Hinterrand der Gelenkpfanne erreicht. Damit liegen beide Fortsätze nicht nur ganz eng beieinander, sondern der Schlitz zwischen ihnen ist zudem noch geknickt. Diese Konstruktion entspricht voll und ganz der Verwachsung beider Fortsätze bei den „brachycephalen" Rhinocerotini. Das freie Ende des Proc. posttympanicus ist etwas länger als der Proc. postglenoideus.

Incisiven sind bisher mit Sicherheit nur aus dem Unterkiefer vorhanden. Sie zeigen, wie auch beim rezenten *D. sumatrensis,* einen sehr geringen Geschlechtsdimorphismus. Männliche und weibliche I_2 unterscheiden sich nur in der Stärke, aber nicht in der Länge. Krone und Wurzel sind fast nur nach außen gebogen; der Unterrand zeigt eine schwache Krümmung nach oben der Oberrand ist völlig flach. Die Wurzel hat einen breit ovalen Querschnitt, dessen Breite zur Wurzelspitze kaum abnimmt. Der Zahnhals ist im Gegensatz zu den Aceratheriinae bei beiden Geschlechtern stark eingeschnürt. Die Krone ist kurz, spitz-dreieckig, mit einer scharfen mesialen und einer starken distalen Schneide, die sich hoch über der

Basis in zwei kräftige Leisten teilt. Die Labialseite trägt eine starke Schmelzschicht, die auf der Lingualseite fast ganz fehlt. Sie ist nur an der Basis vorhanden und kann ein Innencingulum bilden. Ein Außencingulum fehlt.

Ein einzelner I_1 wird hierher gestellt, da seine Wurzel zu dick für die bisher bei *Brachypodella* bekannten I_1-Alveolen ist. Die Wurzel ist lang, stiftförmig, drehrund. Der Zahnhals ist etwas eingeschnürt. Die Krone ist schief kugelig, stark geglättet, aber ohne Schliffspuren.

Die Backenzähne des Schädels sind die kleinsten und primitivsten der Art. Unter dem Material von Sandelzhausen finden sich aber auch größere und höher entwickelte. Die Prämolaren sind meist paramolariform, P^2 gelegentlich noch submolariform, während in Sansan noch submolariforme P^3 vorkommen. Beide Querjoche haben einen sehr geringen Abstand. Ihre Schrägstellung ist geringer als bei den späteren Stücken von Sansan, Massenhausen und Steinheim. Die Postfossette ist daher relativ kurz. Sie ist wesentlich seichter als der Medisinus und reicht kaum unter das Niveau des Cingulums — ebenfalls ein primitives Merkmal.

Die Außenwand der P ist stark geneigt. Der Parastyl ist lang, die Furche stumpf. Der scharfe Paraconus ist immer stark nach hinten geneigt. Bei P^2 und P^3 konvergiert er nach oben stark mit der etwas schwächeren Metaconusrippe; nur bei P^4 ist dazwischen noch eine deutliche Mesostylrippe erkennbar. Kein P von Sandelzhausen zeigt Spuren eines Innen- oder Außencingulums.

Die Molaren haben ebenfalls eine stark geneigte Außenwand mit markantem Paraconus, aber relativ kurzem Parastyl. Die Parastylfurche ist beim M^1 scharf, beim M^3 stumpf. Mesostyl und Metaconusrippe sind bei M^1 und M^2 schwach entwickelt. Die Querjoche sind stärker schräggestellt als bei den P. Die Protoconusfurchen und die vordere Hypoconusfurche sind nur beim M^1 stärker, bei den übrigen M schwach entwickelt. Der Ausgang des Medisinus ist beim M^1 eng und scharf, bei den hinteren M breit und stumpf. Die Postfossette ist seicht, wenn auch tiefer als bei den P. Der Talon des M^3 ist schwach und liegt relativ weit labial, wie allgemein bei *D. sansaniensis*.

Alle unteren Backenzähne haben eine tiefe Außenfurche und ein mittellanges Paralophid. Der P_1 ist groß und zweiwurzelig, leider nicht erhalten. Innencingula fehlen bis auf eine kurze vordere Leiste; Spuren eines Außencingulums finden sich in der Außenfurche des M_1. Die Molaren haben einfach kräftig geknickte Joche. Die Zahngruben sind rinnenförmig, mit relativ weiten, nur schwach nach lingual fallenden Böden.

Die unteren Prämolaren sind groß und zeigen keine Spur einer Reduktion. Ihr Hypolophid ist stärker gekrümmt als das der M. P_2 hat ein voll entwickeltes eingekrümmtes Paralophid, dessen Knick zu einer vorderen Außenkante verstärkt ist. Das Metalophid ist bei P_2 stark schräggestellt, bei den übrigen weniger. Die Protoconidfalte liegt weit lingual, ihre Stärke nimmt von P_2 zu P_4 ab. Die Protoconidkante steht bei P_2 als Leiste über die Außenfurche vor, bei den übrigen P ist sie gerundet. Eine vordere Außenfurche ist nur bei P_2 entwickelt. Die Zahngruben sind trichterförmig mit einem engen Schlitz nach lingual, der steil abfällt und weit an der Innenwand herabläuft. Bei P_2 ist die Talonidgrube durch eine schwache Innenschwelle verschlossen, bei P_4 durch einen zusätzlichen Schmelzgrat eingeengt.

Der Unterkiefer: Es ist nur eine Hälfte erhalten, die Symphyse fehlt. Das Corpus ist mäßig schlank, mittelhoch und hat einen völlig geraden Unterrand. Es ist relativ höher als bei D. sumatrensis. Der Ramus ist sehr niedrig, der Angulus

weit ausgewölbt. Die Symphyse beginnt bei P_2, das hinterste For. mentale liegt unter der vorderen Hälfte von P_3. Die Alveole des I_2 endet weit vor P_1. Das For. mandibulare liegt weit unter der Ebene der Zahnbasen.

Die Stellung von *Didermocerus sansaniensis* im System der Rhinocerotini

a. Schädelbau: Die Gattung *Didermocerus* ist die primitivste der Rhinocerotini. Der Schädel steht zwischen den kurzen Schädeln mit stark gesatteltem Profil, wie sie *Rhinoceros* und *Eurhinoceros* zeigen, und den langen Schädeln von *Diceros, Ceratotherium, Stephanorhinus* und *Coelodonta,* deren Profil gerade oder schwach gesattelt ist.

Die Nasalincisur endet weit vorn, während sie bei *Rhinoceros* und *Eurhinoceros* wenig, bei *Diceros* und *Stephanorhinus* stärker und bei *Coelodonta* sehr weit nach hinten verschoben ist. Beim Schädel von Sansan liegt die Incisur weiter hinten als bei dem von Sandelzhausen, was möglicherweise auf eine ähnliche Modernisierungstendenz innerhalb der Art *sansaniensis* hinweist.

b. Incisiven: *Didermocerus* gehört zu den Formen, bei denen das Incisivengebiß erhalten bleibt. Ob allerdings bei *D. sansaniensis* der I^2 noch erhalten ist, wie bei *D. schleiermacheri* (Kaup 1832) und *Rhinoceros (Gaindatherium),* ist nicht bekannt.

c. Backenzähne: Die auffallend geringe Größe der Backenzähne ist beim Schädel von Sansan weniger ausgeprägt; noch schwächer ist sie bei *D. sumatrensis* und *Eurhinoceros* entwickelt. Die Kronenhöhe ist im Vergleich mit *D. sumatrensis* geringer; die oberen P zeigen eine schwächere Schrägstellung der Querjoche und eine seichtere Postfossette.

Modernere Merkmale bieten die völlige Reduktion des Innen- und Außencingulums und die weit fortgeschrittene Molarisierung der oberen P. Diese Merkmale sind allerdings nicht nur durch die Entwicklungshöhe bedingt, sondern sie verhalten sich in den verschiedenen Stämmen der Rhinocerotini verschieden. Beide Merkmale finden sich bei *D. sumatrensis.* Frühzeitige Molarisierung kommt außerdem noch bei *Eurhinoceros* vor, der frühe Verlust des Cingulums bei *Rhinoceros* s. l.. Bei den übrigen Formen erfolgen beide Entwicklungen später, wenn sie nicht ganz ausbleiben.

Weniger bedeutende Merkmale sind die deutliche Entwicklung der Protoconusfurchen und des Antecrochets an den oberen Molaren, die vollständige Ausbildung der unteren P, mit mittellangem Paralophid. Es handelt sich dabei um primitive Merkmale, in denen sich bereits *D. sumatrensis* moderner verhält.

Insgesamt schließt sich *D. sansaniensis* eng an *D. sumatrensis* an, ist aber in den meisten Merkmalen primitiver. Ausnahmen sind die Reduktion des hinteren Hornstuhles und evtl. eine schwache Rückwärtsverlagerung der Nasalincisur.

Die Gattung *Didermocerus,* der bei enger Fassung nur diese beiden Arten zugeordnet werden können, ist die primitivste Gattung der Rhinocerotini, die aber einige frühzeitig modernisierte Merkmale aufweist.

4. Ökologie

a. Die ökologischen Ansprüche der Arten

Um Schlüsse auf das ökologische Verhalten fossiler Formen zu ziehen sind mehrere Verfahrensweisen möglich:

Sind verwandte Formen in der lebenden Tierwelt vorhanden, so kann deren Ökologie als Richtschnur dienen, wobei die morphologischen Unterschiede der fossilen Form mit berücksichtigt werden müssen.

Einen weiteren Gesichtspunkt bietet das Vorkommen einer Form an verschiedenen Fundstellen, über deren Ökologie bereits Vorstellungen bestehen.

Wenn Verwandte in der Rezentfauna fehlen, können auch Schlüsse aus der Stellung der Form innerhalb ihrer Gruppe gezogen werden, insbesondere wenn geeignete Spezialisierungen am fossilen Material erkennbar sind.

Die erste Methode kann unter den drei Arten nur auf *Didermocerus sansaniensis* angewendet werden. Für die beiden häufigeren Arten bleiben nur die zweite und dritte.

Das Auftreten der fossilen Formen als Indiz für deren ökologische Ansprüche.

Die Hauptschwierigkeit bei der Beurteilung fossiler Lebensräume ist, daß der Nachweis trockener Umgebung kaum je zu führen ist, da am Zustandekommen der Fundstellen immer Wasser beteiligt war. Da aber auch immer Tiere trockener Gebiete an die Wasserstellen kommen, kann auch das Vorhandensein von Wasser allein kein Hinweis auf einen feuchten Biotop sein.

Im allgemeinen müssen stehende Gewässer und ihre Ablagerungen wie Braunkohlen und Süßwasserkalke und -mergel als Hinweis auf einen hohen Grundwasserstand und damit auf hohe Bodenfeuchtigkeit der Umgebung gewertet werden. Fließende Gewässer hingegen rekrutieren ihre Gerölle, und damit auch eingelagerte Fossilien aus allen Gebieten, die sie durchströmen. Sie können also auch Faunenelemente der benachbarten trockeneren Gebiete enthalten.

Das Vorkommen von *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi:*

1. Obere Süßwassermolasse: Abgesehen von Einzelfunden ist die Art auf Fundstellen mit reicher Fauna beschränkt. Sie kommt nur in der unteren und mittleren Serie Dehms vor. Mit Ausnahme der limnischen Kalke und Mergel von Engelswies sind alle Fundstellen fluviatil gebildet.
2. La Romieu: Mergellinsen in fluviatilen Sanden und Mergel im Liegenden der Sande. Es dürfte sich um Bildungen im Grenzbereich limnisch-fluviatil handeln.

Die Seltenheit der Art verbietet es, aus ihrem Fehlen an allen übrigen Lokalitäten Schlüsse zu ziehen. Das Vorkommen bietet ebenfalls keine Hinweise zur Ökologie.

Das Vorkommen von *Brachypodella germanica:*

1. Georgensgmünd: Limnische Kalke und Mergel mit Sandlinsen
2. Steiermark: Zahlreiche Braunkohlenvorkommen in morphologisch stark gegliederter Umgebung.
3. La Romieu: Mergel im limnisch-fluviatilen Grenzbereich

4. Obere Süßwassermolasse: Fluviatile Ablagerungen der unteren und mittleren Serie, limnische Sedimente von Engelswies. Nur Fundstellen mit reicher Fauna.
5. Sables de l'Orléanais (selten): Fluviatile Sande mit sehr reicher Fauna.

Der Schwerpunkt der Verteilung liegt offenbar auf limnischen Sedimenten, so daß man die Form als wasserliebend ansehen kann.

Das Vorkommen von *Didermocerus sansaniensis:*

1. Sansan: Lakustrine Kalke und Mergel.
2. Georgensgmünd (selten): Süßwasserkalke und Mergel mit Sandlinsen.
3. Steinheim am Albuch: Süßwasserkalke eines Kratersees in trockener, verkarsteter Umgebung.
4. Obere Süßwassermolasse: Reichere fluviatile Faunen und Süßwasserkalke und -mergel von Engelswies.
5. Braunkohlen der Steiermark: Eine der häufigsten Formen.
6. Wiener Becken (sehr selten): Fluviatile Schotter
7. Regensburger Braunkohlen: Nur ein Stück.
8. La Grive (selten): Spaltenfüllungen im verkarsteten Jura.

Trotz der zahlreichen Funde dieser geologisch langlebigen Art ist eine eindeutige Aussage über den Lebensraum nicht möglich. Es scheint vielmehr eine Form zu sein, die ohne spezielle Anpassungen in verschiedenen Biotopen leben konnte.

Das Fehlen anderer, gleichzeitiger Nashornarten in einer so reichen Fauna kann ebenfalls ökologische Ursachen haben. Dabei handelt es sich in erster Linie um *Brachypotherium brachypus,* das von Thenius (1951) als Vertreter einer „Trokkenwald-Gemeinschaft" angesehen wird. Dabei kann aber auch die Möglichkeit nicht außer Acht gelassen werden, daß das Fehlen dieser Art stratigraphische oder lokal-stratigraphische Ursachen hat.

Für diese zweite Deutung spricht die Tatsache, daß *Brachypotherium* wie *Dinotherium* bisher erst von der mittleren Serie an in der OSM (Dehm, 1955) auftreten und, daß *Dinotherium* in Sandelzhausen ebenfalls fehlt, obwohl Mastodonten vorkommen. In anderen Fundstellen der nächsten Umgebung sind beide Gattungen nachgewiesen, so daß sie zumindest in Schicht A, deren abgerollte Knochen- und Zahnreste für einen Teil der Stücke weiteren Transport belegen, vorkommen müßten, wenn die Vorkommen gleichzeitig wären.

Dabei muß aber die Frage offen bleiben, ob das Fehlen dieser Formen, speziell in der unteren Serie, nicht letzten Endes auf weiträumige ökologische Bedingungen zurückgeht. Wenn dies der Fall ist, bieten zumindest die Rhinocerotidae nicht mehr die Möglichkeit, örtliche Gegebenheiten innerhalb des Großraumes klarer zu charakterisieren.

Von den übrigen fehlenden Arten kommt die seltene Art *„Dicerorhinus" steinheimensis* erst von der mittleren Serie an, *Aceratherium simorrense* und *Aceratherium tetradactylum incisivum* erst von der Hangendserie an vor.

Daß andere Arten der vertretenen Gattungen fehlen, ist natürlich, da sie sich im allgemeinen wechselseitig vertreten. Beachtung verdient, daß sowohl von *Aceratherium (Dromoceratherium)* als auch von *Brachypodella* jeweils die kleinere Art in Sandelzhausen auftritt.

Die besonderen Spezialisierungen der Arten und ihre Stellung innerhalb verwandter Formen.

Alle drei Arten haben brachydonte Backenzähne. Damit ist keine der Arten fähig, Steppengräser oder trockenes Buschwerk als Grundnahrung zu verwerten. Ein gelegentliches Ausweichen auf eine solche Nahrung wäre damit aber noch nicht ausgeschlossen. Da aber Formen mit typischer Anpassung an Hartnahrung, wie sie gleichzeitig in Asien vorkommen (z. B. Elasmotherini, *Aprotodon)* in ganz Mitteleuropa fehlen, muß angenommen werden, daß solche Biotope überhaupt fehlten. Schwieriger ist es, festzustellen, welchen Grad der Feuchtigkeit (Feuchtigkeit ist die Vorbedingung für die dauerhafte Existenz weichblättriger Pflanzen in warmen Klimaten) die einzelnen Arten bevorzugten.

Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi n. sp. ist innerhalb der Aceratherini eine der primitivsten Formen. Nur die Molarisierung der oberen P ist relativ weit fortgeschritten. Auch die nächsten Verwandten kommen vor allem in limnischen Sedimenten vor.

Die einzige modernere Entwicklung, die Molarisierung der P, findet sich unter den Rhinocerotidae vor allem bei unangepaßten Formen, während Formen, die an trockenere Klimate angepaßt waren, eine verzögerte Molarisierung der P zeigen.

Damit kann *Aceratherium (D.) fahlbuschi* als eine Form feuchter Biotope angesehen werden. Die geringe Verbreitung kann auf einen geringen ökologischen Spielraum hinweisen, wird aber möglicherweise auch durch die schwierige Bestimmbarkeit der primitiven *Aceratherium*-Arten vorgetäuscht.

Brachypodella germanica (Wang 1929) gehört einer Gruppe mit sehr vielfältiger Aufsplitterung und sehr verschiedenen Anpassungen an. So klar die ökologischen Verhältnisse der jüngeren Formen sind, so wenig ist bei den älteren Vertretern der Teleoceratini darüber bekannt.

Außer *Teleoceras* und *Aprotodon* haben alle Teleoceratini brachydonte Gebisse, was aber nicht ausschließt, daß *Brachypotherium* eine Trockenwaldform (Thenius 1951) ist. Damit kann die Brachydontie nicht allein als Indiz verwendet werden.

Das Verhalten der oberen P entspricht dem von Formen, die saftige, weiche Nahrung bevorzugen: Das ursprünglich starke Innencingulum wird reduziert, die Molarisierung ist nicht nur vollständig, sondern geht sogar bis zur Divergenz der Joche. Möglicherweise ist auch die geringe Kronenhöhe der I^1 ein Hinweis auf den geringen Widerstand, den die zu schneidende Nahrung bot.

Die Verkürzung der Extremitäten und die Reduktion des MC V kommen allen modernen Teleoceratini ohne Rücksicht auf den Lebensraum zu.

Damit bestätigen diese Hinweise das aus der Verteilung der Funde gewonnene Bild, daß es sich bei *Brachypodella germanica* um eine sehr feuchtigkeitsliebende Form handelt.

Didermocerus sansaniensis (Lartet 1848) hat als einzige der drei Arten noch eine nahe verwandte rezente Form. Diese, *Didermocerus sumatrensis,* ist ein typischer Vertreter des tropischen Regenwaldes, steigt aber auch hoch ins Gebirge auf, wo dieses entsprechend bewaldet ist. Erfahrungen mit der Zoohaltung (Krumbiegel 1965) zeigen, daß die Art tatsächlich hohe Temperaturen und hohe Feuchtigkeit benötigt. Der heutige Biotop ist also nicht oder nur wenig durch Bejagung verfälscht.

Didermocerus sansaniensis hat als wichtigste Unterschiede eine geringere Hö-

he der Zahnkronen und schlankere Extremitäten. Beide Merkmale sind primitiver und entsprechen dem geologischen Alter. Die Verstärkung des Nasenhornes und die Reduktion des Stirnhornes sind ökologisch bedeutungslos. *D. sansaniensis* könnte also durchaus die Lebensweise von *D. sumatrensis* gehabt haben.

Betrachtet man das Vorkommen der Art unter diesem Blickwinkel, so fällt sofort die besondere Häufigkeit der Art in den Braunkohlen der Steiermark und im Süßwasserkalk von Steinheim am Albuch auf. Beide Fundstellen liegen inmitten von Hoch- oder Gebirgsländern.

Die Art hat also möglicherweise nicht ständig in unmittelbarer Nähe der Gewässer gelebt, sondern ist als Element der feuchten, aber nicht extrem feuchten Umgebung zu betrachten, wobei sie offenbar hügeliges Gelände bevorzugte.

b. Die Verteilung der Funde auf die verschiedenen Schichten

Die Fundstelle zeigt in den unteren Horizonten eine nahezu gleichbleibende Fundhäufigkeit. Demgegenüber sind in der Schicht D (Profile bei Fahlbusch & Gall 1970 und Fahlbusch & Schmidt-Kittler 1972) nur mehr wenige Einzelfunde, in höheren Schichten keine Funde mehr zu verzeichnen.

Ausgewertet wurden die Funde aus den Grabungskampagnen 1969 bis 1971, da bei älteren Funden die Horizontierung nicht klar festliegt. Für alle Fundschichten wurden die Mindestindividuenzahlen unter Berücksichtigung der Abkauungsverhältnisse ermittelt.

Die Funde verteilen sich wie folgt, von oben nach unten:

Schicht D	*A. f.*	1 adultes		Individuum
	B. g.	2 adulte,	1 juveniles	Individuum
	D. s.	1 adultes		Individuum
Schicht C	*A. f.*	1 adultes,	5 juvenile	Individuen
	B. g.	5 adulte,	7 juvenile	Individuen
	D. s.	—	1 juveniles	Individuum
Schicht B_2	*A. f.*	3 adulte,	6 juvenile	Individuen
	B. g.	13 adulte,	12 juvenile	Individuen
	D. s.	1 adultes,	2 juvenile	Individuen
Schicht B_1	*A. f.*	9 adulte,	8 juvenile	Individuen
	B. g.	7 adulte,	5 juvenile	Individuen
	D. s.	4 adulte,	1 juveniles	Individuum
Schicht A	*A. f.*	9 adulte,	3 juvenile	Individuen
	B. g.	3 adulte,	1 juveniles	Individuum
	D. s.	1 adultes	1 juveniles	Individuum

Die geringen Häufigkeitsschwankungen in den unteren Schichten hängen mit der unterschiedlichen Schichtmächtigkeit zusammen. Die geringe Häufigkeit der Jungtiere in den Schichten A und B_1 hängt sicher mit der verstärkten Geröllführung dieser Schichten zusammen, da die Gerölle die zarteren Milchgebisse rasch zerstörten.

Das Vorherrschen der feuchtigkeitsliebenden Formen *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* und *Brachypodella germanica* und die relative Seltenheit der weniger von der Bodenfeuchtigkeit abhängenden Form *Didermocerus sansaniensis*

weisen darauf hin, daß die Umgebung oder das Einzugsgebiet der Fundstelle sich gegenüber der weiteren Umgebung durch besondere Feuchtigkeit ausgezeichnet hat.

Die allmähliche Häufigkeitsverschiebung der Arten *Aceratherium (D.) fahlbuschi* und *Brachypodella germanica* zu Gunsten der letzteren hat nur dann eine besondere Bedeutung, wenn man für die Bildung der Lagerstätte einen längeren Zeitraum annimmt. Dagegen spricht, daß keine der beobachteten Schichtgrenzen eine echte Schüttungsgrenze ist, mit Ausnahme der kohligen Lage C_2. Nimmt man aber einen kurzen Bildungszeitraum an, so spiegelt die Verschiebung nur die normale Fluktuation der Tiere wieder.

5. Hinweise zur Genese der Lagerstätte aus der Verteilung zusammengehöriger Stücke

Horizontale Zerstreuung

Häufig finden sich zum gleichen Individuum gehörige Einzelstücke in benachbarten Planquadraten (Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972), während andere weit verschleppt wurden. Das betrifft Stücke aller Größenordnungen, wobei bei Einzelzähnen größere Transportweiten nachgewiesen werden konnten als bei größeren Knochen. Sogar Splitter ein und desselben Zahnes sind über mehr als einen Quadratmeter Fläche zerstreut worden. Da derartige Feststellungen davon abhängig sind, daß auch Zahnsplitter bei der Grabung mit aufgesammelt wurden, ist es erklärlich, daß nur wenige Beispiele für die Zusammengehörigkeit von Splittern vorhanden sind, während zahlreiche Splitter isoliert bleiben.

Daß die Zerteilung der größeren und kleineren Stücke nach deren Einbringung in die Lagerstätte erfolgte, wird dadurch belegt, daß weite Streufelder zusammengehöriger Stücke seltener sind als enge.

Beispiele für derartige Zerteilungen sind:

Teile eines *Aceratherium*-Schädels (1959 II 400), die sich auf den Planquadraten 7E und 7F (Schicht A) fanden. Es fehlten nur ein Teil des rechten Jochbogens, die beiden P^1 und die Prämaxillen.

Teile einer Hinterextremität von *Didermocerus*, die auf die Planquadrate 4N, 5N, 6N, 6O, 7N verteilt waren (Schicht B_1). Die Extremität ist vom Femur bis zu den Metapodien fast komplett, es fehlen der Astragalus und des Tarsale 1. Allerdings wurde auf den benachbarten Planquadraten 6P und 7O bereits nicht mehr gegraben.

Zähne eines adulten Individuums von *Didermocerus* fanden sich auf folgenden Planquadraten der Schicht A und B_1: I_2r: 8E, P^2r: 9L, P^2l: 14K, P^3r: 5 G, P^3l: 8K, P^4l: 9E, M^2R: 7H, M^3r: 11G, M^3l: 10K, P_2l: 9K, P_3l: 2 F, P_4r: 9F, M_1r: 12H, M_2r: 6E, M_2l: 15H, M_3r: 9L und 12 H, M_3l: 11 G, in älteren Grabungen ohne Planquadrate fanden sich noch der P^4r und der M_1l derselben Zahnreihen. Die maximale Entfernung einzelner Stücke beträgt um 14 m. Daß Ober- und Unterkiefer gemeinsam in die Lagerstätte geraten sind, bedeutet, daß die Stücke sehr vollständig in die Lagerstätte gekommen sind.

Splitter eines einzelnen Zahnes von *Brachypodella* fanden sich auf den Planquadraten 7K, 7I, 9I und 11K. Die Zahnkrone konnte vollständig zusammengesetzt werden. Der Zahn war in der Weise zerbrochen, daß sich von einem erhalten gebliebenen Kern Teile des Ectolophs und die Vorderseite des Protolophs in der Mit-

tellinie der Joche, also an der schwächsten Stelle abgespalten haben. Diese Art der Aufteilung läßt sich kaum durch Druck oder Aufprall erklären, da weder eine Schlagstelle, noch eine stärkere Zersplitterung einer der Bruchstellen erkennbar ist. Es handelt sich um einfache glatte Brüche, wie sie bei der Verwitterung, insbesondere bei der Austrocknung frei liegender Zähne vorkommen. Ob das auf ein zeitweiliges Austrocknen des Gewässers oder auf andere innere Spannungen des Zahnes hinweist, muß noch geklärt werden.

Vertikale Verteilung:

Höhenunterschiede zwischen zusammengehörigen Stücken sind insofern schwieriger nachzuweisen, als Individuen zunächst nach Schichten getrennt zusammengestellt wurden. Es hat sich aber gezeigt, daß alle „Schichtgrenzen" von einzelnen Individuen überschritten werden, mit Ausnahme der Kohlenlage C_2.

Für die Schichten A und B_1 bietet das oben aufgeführte Stück von *Didermocerus* ein gutes Beispiel, da die Einzelzähne sich von 5—35 cm über der Basis in beiden Schichten fanden, wobei die Höhenunterschiede im selben Planquadrat maximal 20 cm betrugen.

Für B_1 und B_2 kann ein weiteres Stück von *Didermocerus* angeführt werden, dessen Zähne sich in Höhen von 60—95 cm in den beiden Schichten fanden. Der höchste und der tiefste Wert stammen aus benachbarten Planquadraten.

Für B_2 und C_1 kann der oben erwähnte zersplitterte Zahn angeführt werden. Einer der Splitter fand sich in C_1, die übrigen in B_2. Die Höhenwerte liegen 90—115 cm über der Basis.

Damit zeigt sich, daß keine der Schichtgrenzen unter C_2 eine echte Schüttungsgrenze darstellt (s. a. Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972, S. 339).

Die Höhenunterschiede zwischen zusammengehörigen Stücken betragen maximal 35—40 cm, so daß man die Reliefunterschiede des Grundes während der Schüttung etwa in dieser Größenordnung annehmen muß. Da sich diese Beträge auch innerhalb eines Planquadrates finden, muß das Relief steil und unruhig gewesen sein.

Bei der sekundären Verfrachtung der zerfallenen Stücke könnte an eine mehrfache, kleinräumige Umlagerung gedacht werden (Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972 S. 340). Die Art der Zerteilung größerer und robuster Stücke nach ihrer Einbringung in die Lagerstätte muß noch geklärt werden.

Literatur

Ballesio, R., Battetta, J.; David, L. & Mein, P.: Mise au point sur *Aceratherium platyodon* Mermier, 1895. — Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, **9**, 51—80, 8 Taf., Lyon 1965.

Borissiak, A., A.: *Aceratherium Depereti* n. sp. from the Jilančik beds. — Bull. Acad. Sci. USSR, 6. Ser., **21**, 769—786, 2 Abb., Moskau 1927.

Crusafont, M.; Villalta, J. F. & Truyols, Y. J.: El Burdigaliense continental de la Cuenca del Vallés-Penedés. — Mem. Comm. Inst. Geol. Diput. Prov. Barcelona, **12**, 272 S., 55 Abb., 11 Taf., Barcelona 1955.

Dehm, R.: Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erläut. Geol. Übersichtsk. der Süddeutsch. Molasse. Bayer. Geol. Landesamt München, 81—88, München 1955.

Deraniyagala, P. E. P.: A new Genus and Species of hornless Mio-Pliocene Rhinoceros. — Proc. Ceylon. Assoc. Sc. Ann. Congr., **7**, 2, S. 24, Colombo 1951.

Dietrich, W. O.: Neue Nashornreste aus Schwaben (*Diaceratherium tomerdingense* n. g. n. sp.). — Z. f. Säugetierkde., **6**, 5, 203—220, 15 Abb., Taf. 22—23, Berlin 1931.

Duvernoy, M.: Nouvelles études sur les Rhinocéros fossiles. — C. rend. Sé. Ac. Sc., **36**, 17. Jan., 10 S., Paris 1853.

Duvernoy, M.: Des espèces de Rhinocéros fossiles . . . — Arch. Mus. hist. Nat., **7**, 1—104, Taf. 1—8, Paris 1855.

Fahlbusch, V. & Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdeckung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 9 Abb., 1 Taf., München 1970.

Fahlbusch, V.; Gall, H. & Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1972**, 6, 331—343, 1 Abb., Stuttgart 1972.

Filhol, H.: Etudes sur les mammifères fossiles de Sansan. — Ann. Sc. Géol., **21**, 1, 1—319, Taf. 1—46, Paris 1891.

Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung. — Dieses Heft, S. 3—32, 2 Abb., 2 Tab., München 1972.

Heissig, K.: Die Rhinocerotidae (Mammalia) aus der oberoligozänen Spaltenfüllung von Gaimersheim . . . — Abh. Bay. Ak. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F., **138**, 1—133, 5 Taf., 34 Abb., 24 Tab., München 1969.

Heissig, K.: Paläontologische und geologische Untersuchungen im Tertiär von Pakistan. 5. Rhinocerotidae (Mamm.) aus den unteren und mittleren Siwalik-Schichten. — Abh. Bay. Ak. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F., **152**, 1—113, 3 Abb., 41 Tab., 25 Taf., München 1972.

Herold, R. & Ibrahim, A.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 7. Untersuchungen über die Einregelung der Fossilien. — Dieses Heft, S. 125—135, 2 Abb., 3 Tab., München 1972.

Hofmann, A.: Die Fauna von Göriach. — Abh. k. k. geol. R. A., **15**, 6, 1—87, Taf. 1—17, Wien 1893.

Kaup, J. J.: Über *Rhinoceros incisivus* Cuv. und eine neue Art, *Rhinoceros Schleiermacheri*. — Isis, **8**, 898—904, Taf. 18, Fig. 1—2, Leipzig 1832.

Krumbiegel, I.: Das Kopenhagener Sumatranashorn, *Didermocerus sumatrensis* (Fischer, 1814). — Säugetierkundl. Mitt., **13**, 3, 97—100, 6 Abb., München 1965.

Lartet, E.: Nomenclature des mammifères et des coquilles qu'il a trouvés dans un terrain d'eau douce près de Simorre et de Sansan (Gers). — Bull. Soc. Géol. France, (1) **7**, 217—220, Paris 1839.

Lartet, E.: Notice sur la colline de Sansan . . . — Annuaire Dépt. Gers, **1851**, 45 S., Auch 1851.

Mayet, L.: Etude des Mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine. — Ann. Univ. Lyon, N. S. **24**, 1—336, 100 Abb., 12 Taf., Lyon 1908.

Mermier, E., Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'Acerotherium dans la molasse burdigalienne du Royans. — Ann. Soc. Linn. Lyon, **42**, 1—31, 1 Abb., Taf. 1, Lyon 1895.

Mermier, E.: Etude complémentaire sur l'Acerotherium platyodon. — Ann. Soc. Linn. Lyon, **43**, 1—18, Taf. 1—2, Lyon 1896.

Mermier, E.: Nouvelles observations sur l'Acerotherium platyodon . . . — Ann. Soc. Linn. Lyon, **43**, 4 S., Lyon 1896a.

Meyer, H. v.: Die fossilen Zähne und Knochen und ihre Ablagerungen in der Gegend von Georgensgmünd in Bayern. — 130 S., 14 Taf., Frankfurt a. M. 1834.

Mottl, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südösterreichs. — Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Technik, **31**, 1—92, 7 Taf., 3 Abb., Graz 1970.

Nouel, M.: Mémoire sur un nouveau Rhinocéros fossile. — Mém. Soc. Agricult. Bell. Lett. Art. Orléans, **8**, 1 Abb., 5 S., Orléans 1866.

Orbigny, C. d.: Dictionnaire universel d'histoire naturelle. — 13 Bd., 3 Atl., Paris 1842—1849.
Osborn, H., F.: Phylogeny of the Rhinoceroses of Europe. — Bull. Am. Mus. Nat. Hist. **13**, 229—267, 16 Abb., New York 1900.
Pomel, A.: Catalogue méthodique et déscriptif des vertébrés découverts dans le bassin hydrographique supérieur de la Loire . . . — 193 S., Clermont-Ferrand 1853.
Rinnert, P.: Die Huftiere aus dem Braunkohlenmiozän der Oberpfalz. — Palaeontogr., **107**, Abt. A, 65 S., 6 Taf., Stuttgart 1956.
Roger, O.: Wirbelthierreste aus dem Dinotheriensande der bayerisch-schwäbischen Hochebene. — Ber. Naturw. Ver. Schwaben Neuburg, **33**, 1—46, Taf. 1—3, Augsburg 1898.
Roger, O.: Ueber Rhinoceros Goldfussi, Kaup und die anderen gleichzeitigen Rhinocerosarten. — Ber. Naturw. Ver. Schwaben Neuburg, **34**, 1—52, Taf. 1—2, Augsburg 1900.
Roman, F.: Le Néogène continental dans la Basse Vallée du Tage (Rive droite), 1. Paléontologie. — Comm. Serv. Geol. Portugal, **4**, 1—88, 7 Abb., Taf. 1—5, Lissabon 1907.
Roman, F.: Sur un crâne de Rhinocéros conservé au Musée de Nérac (Lot-et-Garonne). — Ann. Soc. Linn. Lyon, **1909**, 16 S., 3 Abb., 1 Taf., Lyon 1909.
Roman, F. & Viret, J.: La faune de mammifères du Burdigalien de La Romieu (Gers). — Mém. Soc. Géol. France, N. S., **21**, 67 S., 12 Taf., 25 Abb., Paris 1934.
Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 3. Suidae (Artiodactyla, Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **11**, 129—170, 23 Abb., 2 Taf., München 1971.
Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia). — Dieses Heft, S. 83—95, Taf. 4—5, 3 Abb., München 1972.
Spillmann, F.: Neue Rhinocerotiden aus den oligozänen Sanden des Linzer Beckens. — Jb. Oberösterr. Musealver. **114**, Abh. 201—254, 16 Abb., Taf. 15—22, Linz 1969.
Stehlin, H. G. & Helbing, H.: Catalogue des ossements de Mammifères tertiaires de la Collection Bourgeois. — Bull. Soc. Hist. Nat. Anthrop. Loir-et-Cher., **18**, 77—277, 31 Abb., Blois 1925.
Teppner, W.: Ein Beitrag zur Kenntnis der neogenen Rhinocerotiden der Steiermark. — Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, **51**, 28. S., 2 Taf., Graz 1915.
Thenius, E.: Die Rhinocerotiden (Mammalia) des Wiener Jungtertiärs (Vorl. Mitt.). — Anz. Öst. Ak. Wiss., math. naturw. Kl., **1951**, 13, 343—347, Wien 1951.
Wang, K. M.: Die obermiozänen Rhinocerotiden von Bayern. — Pal. Z., **10**, 184—212, 3 Abb., 4 Taf., Berlin 1929.
Wang, K. M.: Die fossilen Rhinocerotiden des Wiener Beckens. — Mem. Geol. Inst. China, **7**, 7 S., 3 Taf., Schanghai 1929a.
Zdarsky, A.: Die miozäne Säugetierfauna von Leoben. — Jb. k. k. geol. R. A., **59**, 246 bis 288, 3 Taf., 1 Abb., Wien 1909.

Tafelerläuterungen

Tafel 3

Fig. 1—3: *Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi* n. sp., Sandelzhausen.
1: Holotypus, 1959 II 400, P^2—M^3 re, okklusal, 3/4 nat. Gr.
2: Paratypus, 1959 II 401, P_3—M_2 re, labial, 3/4 nat. Gr.
3: Paratypus, 1959 II 402, I^1 li, lingual, 3/4 nat. Gr.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 83—95 München, 15. 12. 1972

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia)

Von Norbert Schmidt-Kittler[1])

Mit 3 Abbildungen und Tafel 4—5

Zusammenfassung

Von der obermiozänen Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen der Oberen Süßwassermolasse Bayerns (OSM) werden Kieferreste, Stoßzahnfragmente und Einzelzähne von *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier) beschrieben. Außerdem ist durch ein einziges Backenzahnfragment *Zygolophodon turicensis* (Schinz) belegt. *Gomphotherium angustidens subtapiroides* von Sandelzhausen entspricht einer in der älteren und mittleren Serie der OSM Bayerns weit verbreiteten Form und läßt sich gut mit Funden aus den obermiozänen Braunkohlen der Steiermark vergleichen. In der jüngeren Serie der OSM wird sie durch einen größeren, im Zahnbau robusteren, ebenfalls trilophodonten Nachfahren ersetzt. Das Fehlen von *Dinotherium* macht eine Zugehörigkeit der Fossillagerstätte Sandelzhausen zur älteren Serie der OSM wahrscheinlich. Man hat deutliche Hinweise, daß die vertikale Verteilung der Fundmaxima der Großsäuger im Profil der Sandelzhausener Fundschicht auf transportbedingte Ursachen zurückgeht.

Abstract

From the Upper Miocene Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen of the bavarian Obere Süßwassermolasse (OSM) the trilophodont Proboscidean *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier) is described by jaw fragments, tusk fragments and isolated teeth. Furthermore *Zygolophodon turicensis* (Schinz) is announced by one single tooth fragment. *Gomphotherium angustidens subtapiroides* represents a form, which is very common in the lower and middle part of the OSM deposits of Southern Bavaria and can be compared with remains from the Upper Miocene lignite deposits of the Steiermark. In the upper part of the OSM this animal is followed by a bigger successor, possessing also trilophodont but more robust teeth. The lack of *Dinotherium* makes probale, that Sandelzhausen belongs to the lower part of the bavarian OSM. The vertical distribution of the macro-mammals in the Fossil-Lagerstätte of Sandelzhausen is prooved to be caused by transport factors.

[1]) Dr. N. Schmidt-Kittler, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Inhalt

1 Einleitung 84
2 Beschreibung der Fossilreste 84
2.1 Gomphotheriidae Cabrera 1929, *Gomphotherium* Burmeister 1837, *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier 1817) 84
2.1.1 Unterkiefer mit zugehörigem Oberkieferrest 84
2.1.2 Einzelzähne des Dauergebisses 86
2.1.3 Einzelzähne des Milchgebisses 88
2.1.4 Knochenreste 89
2.2 Mastodontidae Gray 1821, *Zygolophodon* Vacek 1877, *Zygolophodon turicensis* (Schinz 1824) 89
3 Taxonomische Diskussion 90
4 Beziehungen zu anderen Fundpunkten ud Altersstellung 92
5 Zur Fundverteilung der Großsäuger in Sandelzhausen 93
6 Ökologie 94
Literatur 95

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit gehört zu der Veröffentlichungsfolge über die Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen, deren Erforschung im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 53 „Palökologie" der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt wird.

Aus Gründen der Vereinfachung sind in der Beschreibung des Zahnmaterials die in der Proboscideer-Literatur vielfach gebräuchlichen Spezialtermini „praetrit" und „posttrit" sinngemäß durch die Bezeichnungen „lingual" und „buccal" ersetzt. Die Breitenangaben für die Zähne beziehen sich jeweils auf das größte zu erhaltende Maß. Sämtliche beschriebenen Reste sind Eigentum der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München und werden unter der Inventarnummer 1959 II aufbewahrt.

2. Beschreibung der Fossilreste

2.1 Gomphotheriidae Cabrera 1929
Gomphotherium Burmeister 1837

Gomphotherium angustidens subtapiroides (Cuvier 1817)

2.1.1 Unterkiefer mit zugehörigem Oberkieferrest

Das zu dieser Art vorliegende Material besteht vorwiegend aus Einzelzähnen und Bruchstücken von solchen. Der vollständigste Rest ist ein Unterkiefer mit zugehörigem Oberkieferfragment (1959 II 384). Die Zugehörigkeit der zahlreichen, zunächst isoliert aufgefundenen Einzelstücke zum gleichen Individuum ist durch die Fundumstände, außerdem durch die Druckusuren und den Abkauungsgrad der Zähne gesichert. Abgesehen von der Angabe, daß die Fragmente nur über wenige m^2 verteilt lagen, sind genauere Aufzeichnungen zur Fundsituation nicht vorhanden, da ihre Entdeckung (1967) noch in die Zeit vor den systematischen Grabungen in Sandelzhausen fiel.

Der linke Unterkieferast ist vollständig, der rechte nur in seiner vorderen Hälfte erhalten. Im Bereich des Vorderrandes der Symphyse fehlt die Knochenerhaltung, wodurch die Incisiven bis fast an die Wurzeln freigelegt sind. Der Ramus ascendens der linken Kieferseite konnte zum größten Teil aus Einzelbruchstücken wieder zusammengesetzt werden. Neben den beiden Incisiven sind vom Gebiß der linke M_2 und M_3 (Taf. 4 Fig. 2), sowie der rechte M_2 belegt.

M_2: (M_2 sin., L: 85 mm, B: 54 mm; M_2 dex., L: 85 mm, B: 53,5 mm) Die beiden zweiten Molaren sind stark usiert. Es genügt die Beschreibung des besser erhaltenen linken Exemplares.

Der dreijochige Zahn verschmälert sich in seinem Umriß deutlich nach vorn. Zwischen dem ersten und zweiten Joch zeigt die Kronenaußenwand eine merkliche Einschnürung. Die Täler zwischen den Querjochen sind relativ weit und trogförmig. Wie aus den Abkauungsfiguren hervorgeht, waren zwischen den Jochen nur sehr kleine und untergeordnete Sperrhöcker entwickelt. Entlang der Kronenhinterseite verläuft ein schmales, in seinem buccalen Teil nur wenig, in seinem lingualen Teil dagegen deutlich abgesetztes Schlußcingulum. In der Mitte des Cingulums sitzt eine kleine, durch die Abkauung tief abgetragene Knospe. Auf der Kronenaußen- und -innenseite fehlt jede Andeutung eines Cingulums.

M_3: (L: 133 mm, B: 59 mm) Er besitzt vier Höckerreihen, die durch mäßig breite, trogförmige Täler von einander getrennt sind, außerdem ein kleines Talonid. Abkauungsspuren finden sich nur an den ersten beiden Jochen. Die Querjoche setzen sich aus vier gerundeten Hügeln zusammen, wobei die beiden randständigen die beiden innen sitzenden an Höhe und Massigkeit übertreffen. Während die Höcker des ersten und zweiten Querjochs in einer Flucht stehen, sind die dritte und vierte Höckerreihe etwas abgewinkelt. Dies kommt dadurch zustande, daß die beiden randständigen Hügel gegenüber den inneren ein wenig nach rückwärts versetzt sind. An den ersten beiden Jochen ist deren linguale Hinterflanke von der Kronenaußenwand durch eine schwache Längskante abgegrenzt. Sie fehlt am dritten und vierten Querjoch. Die vierte Höckerreihe ist dem im rückwärtigen Teil etwas verschmälerten Kronenumriß entsprechend, ein wenig kürzer und zudem nicht ganz so hoch wie die drei vorderen. Das bescheidene Talonid besteht aus einem halbkreisförmig nach hinten ausladenden Lobus, dessen Randsaum ein wenig aufgeworfen ist. Dadurch hat es die Gestalt einer an das vierte Joch anschließenden, schüsselartigen Einsenkung. Der Randsaum selbst ist in zahlreiche kleine Knospen gegliedert. In den vorderen drei Quertälern sitzen Sperrhöcker von mäßigem Volumen. Ein buccales Cingulum fehlt.

Stoßzähne: (größter vertikaler Durchmesser: 23,5 mm, größter seitlicher Durchmesser: 36 mm) Die unteren Incisiven sind an der Mandibel sehr gut erhalten. Während sich ihre Breite (= horizontaler Durchmesser) kaum verändert, nimmt ihr vertikaler Durchmesser bei der ehemaligen Austrittsstelle aus dem Rostrum beginnend bis zur Spitze allmählich ab. Nur auf der Ober- und Unterseite besitzen sie je eine flache Längsdepression. Auf der Oberseite der Stoßzahnspitzen findet sich außerdem je eine Usurstelle, welche die ganze Zahnbreite einnimmt und eine Länge von 4,5 cm aufweist. Die Form des I-Querschnittes und dessen Veränderung zur Spitze zu ist der Abb. 1 zu entnehmen.

Der zu der Mandibel gehörige linke Oberkieferrest mit M^2 und M^3 (Taf. 4 Fig. 1) zeigt nur im unmittelbaren Wurzelbereich Relikte der Maxilla-Außenwand und der Gaumenfläche in Knochenerhaltung.

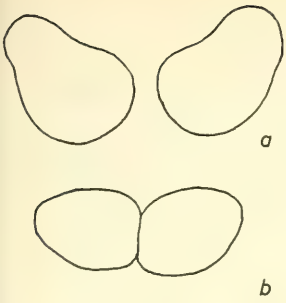
M^2: (L: 86 mm, B: 59 mm). Der dreijochige Zahn ist tief abgekaut. Die lingualen Kaufiguren der ersten zwei Querjoche haben etwa dreiseitige Form und berühren sich annähernd. Über die Ausbildung der ursprünglich vorhandenen Sperrhöcker ist daher nichts mehr zu erfahren. Vermutlich waren sie nicht übermäßig kräftig, nachdem der auf der weniger usierten Vorderflanke des dritten Jochs noch erkennbare Sperrhügel augenscheinlich nur geringes Volumen hatte. Die buccalen Jochhälften sind weit weniger abgekaut. Ihre Kaufiguren sind länglich gerundet. Der Zahn besitzt keinen Talon, sondern nur ein schmales, von der Usur allerdings bereits tief abgetragenes Schlußcingulum. Der linguale Ausgang des ersten Quertales wird durch einen schwachen Damm, der des zweiten Quertales durch einen kräftigen cingulumartigen Wulst verriegelt.

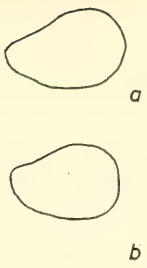
M^3: (L 128 mm, B 66,5 mm) Er besitzt drei gleich kräftige Querjoche und ein wesentlich niedrigeres und außerdem unvollständiges viertes Joch, an welches sich ein minimaler Talonabschnitt anschließt. Im Bereich der vorderen drei Joche ist die Zahnkrone von unveränderter Breite und verschmälert sich erst weiter hinten deutlich, und zwar so, daß der Zahn an seinem buccalen Hinterende schräg abgestutzt erscheint. Nur die beiden ersten Höckerreihen zeigen Abkauungsspuren. Die Joche sind relativ hoch, ihre Flanken steil und die trogförmig zwischen sie eingesenkten Quertäler nicht sehr geräumig. Sie sind, abgesehen vom dritten Quertal, in der Mitte durch kleine Zwischenhügel gesperrt. Das erste Joch läßt aufgrund der Abkauung die Art seiner Zusammensetzung aus Höckern nicht mehr erkennen. Das zweite und das dritte Joch bestehen in ihrer lingualen Hälfte aus zwei, in ihrer buccalen Hälfte dagegen aus drei, zwei massigen und einem fast in der Medianen der Zahnkrone gelegenen unscheinbaren dritten Hügel. Das vierte Joch ist assymmetrisch gebaut: Es setzt sich aus einem kräftigen Lingualhügel und einer buccal an diesen anschließenden Reihe von kleineren Knospen zusammen, die stufenweise schnell an Höhe verlieren. Der hinter dieser Hügelreihe anschließende äußerst kleine Talonabschnitt ist halbkreisförmig und nur in der buccalen Hälfte der Kronenhinterseite entwickelt. Auf der Innenseite des Zahns verläuft ein durchgehend kräftiges, leicht gekörntes Cingulum. Es mündet unmittelbar in das Vordercingulum ein.

2. 1. 2 Einzelzähne des Dauergebisses

M_1 dex.: (1959 II 42; Taf. 5 Fig. 1; L: 65 mm, B: 39 mm) Der Umriß der Krone verschmälert sich deutlich nach vorn. Die drei Joche sind steilwandig und relativ stark nach vorn geneigt. Sie bestehen aus je zwei extern gelegenen Haupthügeln und zwei bis drei dazwischengeschalteten, kleineren Höckern. Das erste Quertal ist durch zwei kleine Zentralhügel, das zweite nur durch einen einzigen gesperrt. Der buccale Haupthöcker des ersten Joches ist durch einen kräftigen, gekörnten Grat mit dem vorderen der beiden Sperrhügel verbunden. Hinter dem dritten Joch verläuft ein in seinem mittleren Teil wulstig aufgetriebenes Schlußcingulum. Während der buccale Ausgang des zweiten Quertals offen ist, wird das erste durch eine niedrige Knospe zur Kronenaußenseite hin abgeschlossen.

M_3 dex.-Fragment: (1959 II 415) Der Zahnrest stellt die beschädigte Hinterhälfte eines M_3 dar und ist bis auf den Stumpf der Hinterwurzel abgekaut. Von der Krone ist nur ein schmaler Schmelzsaum der lingualen Seite, sowie der Talonidhöcker übriggeblieben. Die Abstände der Querjoche auf der Kroneninnenseite lassen ebenso wie die weitgehend erhaltene Hinterwurzel erkennen, daß der Zahn die Maße des M_3 des zuvor beschriebenen Unterkiefers nicht wesentlich übertroffen





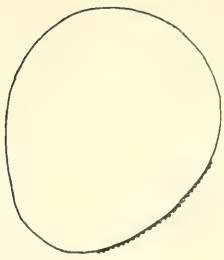


Abb. 1 Abb. 2 Abb. 3

Abb. 1—3: Stoßzahnquerschnitte von *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier) aus Sandelzhausen; 1/2 natürl. Größe:
1: Stoßzahnquerschnitte des Unterkiefers 1959 II 384; a) 10 cm hinter den Spitzen, b) 3 cm hinter den Spitzen.
2: Querschnitte des I inf. dex, 1959 II 397; a) 12 cm hinter der Spitze, b) 3 cm hinter der Spitze.
3: Stoßzahnquerschnitt des I sup. sin, 1959 II 398. Die dick ausgezogene, gezackte Linie zeigt die Lage des Schmelzbands.

haben dürfte. Der Talonidabschnitt ist aber ein wenig stärker. Er besteht aus einem in der Medianen gelegenen Höcker und einem lingual daran anschließenden, nur aus zwei Knospen bestehenden Cingulum.

M_3 sin.-Fragment: (1939 II 416) Während der M_3 des zu Anfang behandelten Unterkiefers und der vorangehend beschriebene M_3-Rest kleinen Individuen angehört haben, ist der vorliegende Zahn erheblich größer. Insgesamt besaß er vier Joche und einen kräftigen, höckerartigen Talonidanhang. Das erste Joch ist abgebrochen, das zweite nur zur Hälfte vorhanden und das dritte stark beschädigt. Die buccalen und die lingualen Hälften des dritten und vierten Querjochs sind durch einen tief eingeschnittenen Mediansulcus voneinander getrennt. Beide Joche sind deutlich gewinkelt. An der Hinterseite des dritten Jochs sitzt ein kräftiger, breit aufgesetzter Sperrhügel.

P_3 dex.: (1959 II 391) Die Hinterwand der Krone ist abgebrochen. Der Zahn gleicht weitgehend dem von Lehmann (1950, Taf. 16, Fig. 41) abgebildeten Exemplar. Ein Unterschied zwischen beiden Stücken ist darin zu erkennen, daß bei dem Lehmann'schen P_3 der Abstand zwischen Vorderhügeln und Talonidhöckern etwas größer ist und der Zahn damit wohl insgesamt etwas länger war als der vorliegende. Die Höcker zeigen kleine Usurstellen.

Unterer I dex.: (1959 II 397, Abb. 2) Dieses untere Stoßzahn-Exemplar ist mit 29 mm größter Breite und 20 mm vertikalem Durchmesser in seinem vordersten Teil noch etwas schwächer als die Incisiven des ohnehin sehr kleinen auf S. 85 beschriebenen Unterkiefers. Während diese sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite eine seichte Längsrinne aufweisen, besitzt der vorliegende I eine solche nur auf der Oberseite. Der Zahn behält bis unmittelbar hinter der Spitze den gleichen

vertikalen Durchmesser bei, dann verjüngt er sich ganz plötzlich in ein stumpfes Vorderende.

P^4 dex.: (1959 II 385; Taf. 5 Fig. 3; L: 42 mm, B: 36 mm) Der etwa quadratische Zahn hat einen vierhöckerigen Grundplan. Dabei sind die beiden Vorderhügel einander ein wenig mehr genähert als die zwei rückwärtigen. Nur der vordere Innenhügel ist wirklich einspitzig. Die übrigen drei Hügel zeigen eine beginnende Spaltung in je zwei transversal nebeneinander stehende Sekundärspitzen. Die vier Höcker werden durch ein tiefes, relativ geräumiges Quertal einerseits und zwei nicht ganz so tief eingeschnittene sagittale Mediankerben voneinander getrennt. Der vordere Lingualhügel ist mit einer Vorder- und Hinterkante versehen, die zusammen einen nach buccal geöffneten Winkel bilden. Die vordere der beiden Kanten mündet in ein schmales Basalcingulum ein. Dieses setzt sich auf der Innenseite der Krone bis zum Lingualabhang des hinteren Innenhügels fort. Der letztere besitzt nur eine, zudem schwächere Vorderkante. Am Hinterrand der Krone zieht ein schmales Schlußcingulum entlang.

Oberes I sin.-Fragment: (1959 II 398, Abb. 3) Das Stoßzahn-Bruchstück hat eiförmigen Querschnitt. Der größte Durchmesser beträgt 64 mm, der kleinste 54 mm. Vorn ist der Zahn durch eine breite Usurstelle schräg abgestutzt. Ein Teil des externen Schmelzbandes ist noch erhalten; seine Breite beträgt 36 mm.

2. 1. 3 Einzelzähne des Milchgebisses

D_4 sin.: (1959 II 394; Taf. 5 Fig. 2; L: 60 mm, B: 35 mm) Der Zahn zeigt noch keine Abkauungsspuren. Er ist dreijochig und mit einer kräftigen Talonidleiste versehen. Die Joche setzen sich wie beim M_1 aus vier bis fünf Höckern zusammen, sind aber etwas schmäler. Die beiden Quertäler sind trogförmig und werden jeweils durch zwei kleine Höckerchen gesperrt. Dabei steht das vordere Sperrhügelchen des ersten Quertals mit dem buccalen Teil des ersten Jochs durch einen gut entwickelten Grat in Verbindung.

D_4 sin.: (1959 II 392; L: 57 mm, B: 31,5 mm) Der Zahn besitzt noch beide Wurzeln. Soweit die starke Usur noch erkennen läßt, gleich er dem vorangehend beschriebenen D_4 weitgehend. Die Quertäler sind an diesem Zahn nicht trogförmig eingetieft, sondern V-förmig eingekerbt. Eine Ausnahme davon bildet die buccale Hälfte des vorderen Quertals. Die Joch-Hinterflanken formen an ihrer Grenze zur lingualen Zahnwand deutliche Kanten.

D_4 dex.: (1959 II 393; L: 51 mm, B: 28 mm) Der bewurzelte Zahn ist tief abgekaut und in seinem vorderen lingualen Teil beschädigt. Das erste Quertal war der Usurspur nach zu schließen in der Mitte durch Höckerchen unterbrochen, das zweite ist praktisch ungesperrt. Der Zahn besitzt nur ein schmales Schlußcingulum.

Neben diesen drei vollständig erhaltenen Stücken liegen noch zwei D_4-Fragmente vor.

D_2 dex.: (1959 II 395; L: 17 mm, B: 10,5 mm) An dem Zahn fehlt der größte Teil der äußeren Schmelzwand. Er besteht aus einer massiven Hauptspitze und einem dahinter angehängten, sehr niedrigen Talonid, das sich aus mehreren kleinen Knospen zusammensetzt. Die Lingualwand dieses Höckers ist eben, seine Vorderseite gleichmäßig gerundet. Seine Hinterseite ist durch eine Längsrinne andeutungsweise zweigeteilt und hat dort, wo sie an die ebene Kroneninnenwand stößt, eine zu der Längsrinne parallel laufende linguale Längskante entwickelt. Das Talonid gliedert sich in eine nahezu in der Medianen gelegene und in bezug auf diese etwas

nach buccal verschobene Knospe und ein kurzes, linguales, gekörntes Cingulum. Der Zahn ist zweiwurzelig.

D_2 sin.: (1959 II 396; L: 19,5 mm, B: 13,5 mm) Der Zahn ist stark abgekaut und der Schmelz der vorderen und buccalen Kronenseite weitgehend abgesprungen. Dem median gelegenen Talonidhöcker des vorigen D_2 entspricht hier eine breite Usurstelle. Die Knospen des Lingualcingulums sind dagegen von der Abkauung verschont geblieben.

D^4: (1959 II 386) Der Zahn ist nur unvollständig erhalten und tief abgekaut. Wie gerade noch erkennbar, war das erste Quertal durch ein schwaches, das zweite Quertal durch ein kräftiges Innencingulum nach lingual abgeschlossen. Ein sehr schmales Schlußcingulum ist noch teilweise, und zwar in seiner buccalen Hälfte, erhalten.

D^2 sin.-Keim: (1959 II 387; Taf. 5 Fig. 5; L: 27 mm, B: 21 mm) Die Zahnkrone hat etwa eiförmigen Umriß, wobei die bugförmig zugeschnittene Seite dem Vorderende entspricht. Die Außenwand ist deutlich, die Innenwand nur schwach gekrümmt. Von den drei Höckern des Zahnes hat die Vorderspitze kegelförmige Gestalt und überragt die beiden Hinterhügel erheblich. Sie besitzt auf ihrem Lingualabhang in halber Höhe noch eine kleine Sekundärspitze. Der hintere Außenhügel hat ebenfalls kegelförmiges Aussehen, während der Innenhöcker mit einem kurzen, aber sehr prägnanten, nach buccal absteigenden Transversalgrat versehen ist. Der Zahn besitzt ein gut abgesetztes, geperltes Vordercingulum und ein entsprechend gebautes Schlußcingulum.

D^2 dex.: (1959 II 388; Taf. 5 Fig. 4; L: 25 mm, B: 20 mm) An dem deutlich usierten Zahn sind noch die zwei Wurzeln erhalten. Er ähnelt dem vorangehend beschriebenen sehr, zeigt aber doch verschiedene Abweichungen: Die Innenknospe des Vorderhügels ist schwächer als an dem vorangehend beschriebenen Zahn. Sie bildet den Ausgangspunkt eines zum Vordercingulum absteigenden gekörnten Lingualgrats. Die beiden Hinterhöcker sind nicht durch eine markante Kerbe voneinander getrennt. Der Innenhügel hat dem Anschein nach keinen buccalen Gratausläufer besessen.

2. 1. 4 Knochenreste

Während Skelettelemente von Rhinocerotiden und anderen Großsäugern aus Sandelzhausen immer wieder geborgen werden konnten, sind Knochenreste von Mastodonten äußerst selten.

An ansprechbarem Skelettmaterial liegen nur zwei Stücke vor. Es sind ein linker Astragalus eines fast adulten Tieres und ein rechter Astragalus eines noch sehr jungen Individuums. Mit größerer Wahrscheinlichkeit sind diese Knochen dem *Gomphotherium angustidens subtapiroides* zuzuordnen als dem nachfolgend behandelten, nur durch ein einziges Zahnfragment belegten *Zygolophodon turicensis* (Schinz).

2.2 Mastodontidae Gray 1821
Zygolophodon Vacek 1877

Zygolophodon turicensis (Schinz 1824)

Diese Art ist von Sandelzhausen nur durch ein Bruchstück eines unteren rechten M_3 belegt (1959 II 399). An dem Rest sind nur die lingualen Hälften der ersten drei Joche erhalten. Dennoch ist er charakteristisch genug, um eine Bestimmung zu

erlauben. Wie an dem dritten Joch erkennbar, besteht sein lingualer Teil aus einem starken Externhügel, einem wesentlich kleineren Mittelhöcker und einem wiederum sehr kräftigen Internhügel. Die Höcker sind im Gegensatz zu *Gomphotherium angustidens subtapiroides* deutlich zugespitzt und, mit Ausnahme der schwächeren Mittelspitze, nicht rund, sondern mit je einer Vorder- und Hinterkante versehen. Die Täler zwischen den Jochen sind eng und V-förmig eingekerbt. Die lingualen Talausgänge werden von der Kroneninnenwand durch Längskanten abgegrenzt. Während diese am ersten und zweiten Querjoch sehr markant in Erscheinung treten, sind sie am dritten Joch nur schwach ausgebildet.

3. Taxonomische Diskussion

Die beiden in Sandelzhausen nachgewiesenen Arten sind zahlenmäßig sehr ungleich repräsentiert. Hierin drückt sich ein allgemeiner Zug im Verhältnis dieser Formen zueinander aus: *Zygolophodon turicensis,* der in Sandelzhausen nur durch ein einziges Zahnfragment belegt ist, kommt überhaupt in der Oberen Süßwassermolasse (OSM) Bayerns sehr selten vor (die so bestimmten Stücke Lehmanns (1950) gehören der Art nur zu einem Teil an). *Gomphotherium angustidens subtapiroides,* die in Sandelzhausen weitaus besser belegte Art, ist zugleich eine in der OSM Bayerns sehr verbreitete Art.

Die Bestimmung des M_3-Fragmentes als *Zygolophodon turicensis* ist durch die Ausbildung von scharfen Jochen und die Abwesenheit deutlicher Sperrhöcker oder -leisten gesichert. Ein weiteres Indiz sind die chrakteristischen Längskanten, welche die Quertäler von der Kroneninnenwand abgrenzen. Schlesinger (1917) führte diese Art unter der Bezeichnung *Mastodon tapiroides.*

Die Bestimmung der zweiten Art stützt sich in erster Linie auf die Molaren und ist wie folgt zu begründen: Die Gebißmerkmale stimmen mit denjenigen von *Gomphotherium angustidens* (Cuvier) überein. Die Molaren, insbesondere die M^3_3 der bayerischen Funde zeigen aber eine mehr zygodonte Ausprägung der Joche und weniger voluminöse Sperrhügel als die französische Form von Simorre, die in gleicher Ausbildung auch von Sansan bekannt ist. Völlige Übereinstimmung ergibt aber die Gegenüberstellung des Sandelzhausener Materials mit der von Schlesinger (1917, Taf. 7, Fig. 3) als *Mastodon angustidens subtapiroides* beschriebenen Form aus der obermiozänen Braunkohle der Steiermark.

Die Unterschiede gegenüber dem bunodonteren französischen Typ werden beim Vergleich der Fig. 1 und 4 von Taf. 8 in Schlesinger (1917) besonders anschaulich (wobei der M_3dex von Sansan in Fig. 4 irrtümlicherweise als M^3 bezeichnet ist). Zugleich wird erkennbar, daß es sich um Differenzen gradueller Natur handelt, womit zwar eine subspezifische Unterscheidung, aber keine artliche Trennung gerechtfertigt erscheint.

Die Frage der Gattungszugehörigkeit wurde bereits von Simpson (1945) behandelt. Während früher allgemein der Genusname *Mastodon* für die Spezies *angustidens* angewandt wurde, ist dieser von ihm in die Synonymieliste von *Mammut* verwiesen worden. Simpson weist außerdem auf die Problematik hinsichtlich der Priorität von *Gomphotherium* Burmeister 1937 und *Trilophodon* Falconer & Cautley 1857 hin, gibt aber *Gomphotherium* den Vorrang. Osborn (1936) erhob die Schlesingersche Form *subtapiroides* zur selbständigen Art und reihte sie in die von

ihm begründete Gattung *Serridentinus* ein. Demgegenüber muß hier die von Schlesinger hergestellte enge Beziehung zu *angustidens* wiederum bestätigt werden.

Lehmann (1950) hat alle in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns auftretenden trilophodonten Proboscideer der Spezies *angustidens* zugeordnet und innerhalb dieser die Unterarten *angustidens angustidens* und *angustidens turicensis* unterschieden. Durch Funde in Österreich (Kohlengrube Parschlug Mottl 1970 S. 28; wobei *angustidens tapiroides* dem *angustidens subtapiroides* entspricht) und nun auch in Sandelzhausen ist nachgewiesen, daß beide Formen gleichzeitig denselben Lebensraum bewohnt haben. Damit sind jene Autoren im Recht, welche diese beiden Typen als selbständige Arten aufgefaßt haben. Wie aber bereits behandelt, ist in der OSM Bayerns nicht *angustidens angustidens*, sondern seine zygodontere Abart *angustidens subtapiroides* verbreitet.

Darüber hinaus existieren in der bayerischen OSM Formen, die durch ihre besondere Größe und Robustheit hervorstechen und die Lehmann in die Nähe von *Mastodon longirostris* bzw. *arvernensis* rückte (Taf. 18, Fig. 6, Taf. 19, Fig. 78). Es fällt auf, daß diese Formen nicht mit *Gomphotherium angustidens subtapiroides* zusammen auftreten, worauf insbesondere noch in Punkt 4 eingegangen werden soll. Immerhin war es naheliegend, diese Form mit *Tetralophodon longirostris* in näheren Zusammenhang zu bringen, da vor allem die letzten Molaren durch den massigen Bau ihrer Joche und ihre gewaltige Größe Anklänge an diese Art zeigen. Dennoch handelt es sich eindeutig um einen Vertreter der trilophodonten Gruppe. Nach Größe und Morphologie läßt er sich am ehesten mit dem von Kähn (1931) beschriebenen *„Mastodon" angustidens steinheimensis* vergleichen, wenngleich innerhalb der OSM Bayerns auch Individuen auftreten, welche die aus Steinheim belegte Form noch an Größe übertreffen.

Eine Gegenüberstellung einiger Merkmale kann die bestehenden Unterschiede zwischen *Gomphotherium angustidens subtapiroides* und der in Rede stehenden Form, die hier mit *Gomphotherium angustidens steinheimense* bezeichnet werden soll, deutlich machen. Gut eignet sich hierzu z. B. die Betrachtung der oberen M^3:

Gomphotherium angustidens subtapiroides, M^3

Viertes Joch stets kürzer und niedriger als die drei vorderen. Joche leicht zygodont und aus mehr spitz als voluminös gestalteten Höckern zusammengesetzt. Linguale Jochhälften im Idealfall mit dreieckigem bis Pfeilspitzen-förmigem Usurbild. Buccale Jochhälften mit länglich gerundeten Kaufiguren. Quertäler weit und trogförmig. Sperrhöcker klein. Innencingulum kräftig. (Beispiele für diesen Morphotyp: Lehmann 1950, Taf. 19, Fig. 88 und Taf. 20, Fig. 83, 84 und 91, außerdem Taf. 4, Fig. 1 der vorliegenden Arbeit).

Gomphotherium angustidens steinheimense, M^3

Viertes Joch gleich oder fast so kräftig wie die drei vorderen. Joche massig und aus stumpfen, voluminösen Höckern zusammengesetzt. Linguale Jochhälften durch Resorption des Innencingulums länger als die buccalen Jochhälften. Sperrpfeiler eng mit den lingualen Jochhälften verbunden und am dritten und vierten Joch i. d. R. ganz zurückgebildet. Täler eng und V-förmig eingetieft. Bei starker Usur treten dadurch die Kaufiguren der Joche dicht aneinander. (Beispiele für diesen Morphotyp: Lehmann 1950, Taf. 18, Fig. 66, Taf. 19, Fig. 74 und 78, Stromer 1940, Taf. 3, Fig. 13.)

Ob diese beiden Formen angesichts der Merkmalsunterschiede, die sich bereits allein im oberen M^3 äußern, noch als Subspezies einer Art gelten können, läßt sich immerhin bezweifeln. Es sei deshalb ausdrücklich vermerkt, daß die Zuordnung der

zweiten Form zu *Gomphotherium angustidens steinheimense* provisorischen Charakter hat, und eine Klärung dieser Frage eine Neubearbeitung der Mastodonten der bayerischen OSM insgesamt erfordert.

In welchem Verhältnis diese beiden unterschiedenen Formen zueinander stehen, wird klarer, wenn man die Umstände ihres Auftretens mit beleuchtet. Es zeigt sich, daß sie zwei aufeinanderfolgenden stratigraphischen Niveaus angehören, wobei *Gomphotherium angustidens subtapiroides* dem älteren und *Gomphotherium angustidens steinheimense* dem jüngeren Niveau entspricht. Vermutlich repräsentieren sie zwei aufeinanderfolgende Stadien einer stammesgeschichtlichen Entwicklungslinie.

4. Beziehungen zu anderen Fundpunkten und Alterstellung

Dehm (1955) gliederte die Obere Süßwassermolasse in Südbayern nach dem Vorkommen von Dinotherien in drei Serien, eine ältere, mittlere und jüngere. Gleichzeitig konnte er an dem damals vorhandenen Gebißmaterial zu *„Mastodon" angustidens* eine positive Größenverschiebung von der älteren zur jüngeren Serie nachweisen (1951, S. 142). Dieser Größenverschiebung läuft auch eine morphologische Veränderung parallel. Und zwar zeigt sich, daß von den beiden in Punkt 3 unterschiedenen Unterarten *Gomphotherium angustidens subtapiroides* der älteren und mittleren Serie Dehms zuzuordnen ist, während die größere und evoluiertere Form *Gomphotherium angustidens steinheimense* für die jüngere Serie bezeichnend ist. Obwohl die jüngere Form als Nachfahr von *Gomphotherium angustidens subtapiroides* angesehen werden darf, sind morphologische Übergangstypen zwischen beiden nicht so häufig, wie eigentlich zu erwarten wäre.

Durch die Beobachtung, daß die Serien auch geographisch voneinander getrennt sind, hat Dehm für die bayerische OSM die Existenz einer flachen Mulde nachgewiesen, deren Achse etwa WSW-ENE streicht (vgl. Geol. Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse, 1955, 1:300 000) In dieses Bild läßt sich sehr gut die Tatsache einordnen, daß im Bereich der zentralen Muldenzone jüngster Sedimentation neben dem trilophodonten *Gomphotherium angustidens steinheimense* ein weiterer Mastodontenvertreter erstmals auftritt, dessen Verbreitung eigentlich ins Pliozän fällt. Es handelt sich um *Tetralophodon longirostris* (Kaup) vgl. auch Dehm 1951, S. 145), der mit wenigen Einzelzähnen von München-Großlappen (Stromer 1928, Taf. 3 Fig. 6), Schönbrunn bei Haag (Lehmann 1950, Taf. 15, Fig. 31) Schröding bei Moosburg (Lehmann 1950, Taf. 17, Fig. 59) belegt ist.

Die stratigraphische Verbreiterung von *Zygolophodon* ist noch nicht abschließend zu beurteilen, da es sich hierbei um eine seltene Form handelt. Jedenfalls ist sie innerhalb der OSM Bayerns bisher nur in der älteren und mittleren, nicht aber in der jüngeren Serie gefunden worden.

Insgesamt ergibt sich für die Obere Süßwassermolasse Bayerns folgende stratigraphische Verbreitung der Proboscideer.:

Ältere Serie (ohne *Dinotherium): Gomphotherium angustidens subtapiroides; Zygolophodon turicensis.*

Mittlere Serie (mit *Dinotherium bavaricum): Gomphotherium angustidens subtapiroides; Zygolophodon turicensis.*

Jüngere Serie (mit *Dinotherium* aff. *giganteum): Gomphotherium angustidens steinheimense* und im hangenden Teil außerdem *Tetralophodon longirostris.*

Die Zuordnung der Fundpunkte zu den verschiedenen Serien und deren geographische Verbreitung in Südbayern hat Dehm durch Grenzziehungen in der Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse (1955) angegeben. Sie verstehen sich vornehmlich als Orientierungslinien. Ihre lediglich pauschale Bedeutung ist darauf zurückzuführen, daß die an sich sehr flache Mulde der OSM-Sedimente durch die Erosion stark zertalt ist und deshalb auf den Höhen jüngere Schichten anstehen als in angrenzenden Tälern. Die Grenzlinien Dehms wären also durch mehr oder minder breite Überschneidungsbänder zu ersetzen.

Nachdem *Dinotherium* in Sandelzhausen (dem bisherigen Grabungsergebnis nach) noch nicht aufzutreten scheint, ist diese Fossillagerstätte im Sinne Dehms in die ältere Serie einzuordnen. Geht man davon aus, daß die jüngere Serie der OSM Bayerns etwa dem Sarmat entspricht, so wäre Sandelzhausen am wahrscheinlichsten dem tieferen Badenien zuzuordnen.

Von Interesse ist noch die Tatsache, daß in den Dinotheriensanden des Mainzer Beckens Gebißreste von trilophodonten Mastodonten gefunden wurden, die mit dem in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns und in den obermiozänen Braunkohlen der Steiermark verbreiteten *Gomphotherium angustidens subtapiroides* in allen Merkmalen (auch in den relativ kleinen Abmessungen) identisch sind (vgl. z. B. M^3 sin von Gauweinheim Samml. München 1956 I 501). Nimmt man diese Funde als unterpliozän ernst, so müßte für *Gomphotherium angustidens subtapiroides* im Sarmat ein vorübergehendes Abwandern und dann ein kurzzeitiges Wiederkehren im unteren Pont angenommen werden. Ähnliches scheint für den Suiden *Hyotherium soemmeringi* H. v. Meyer zuzutreffen (vgl. Schmidt-Kittler 1971, S. 168). Nur ist dieser nicht nur aus dem unteren Pont des Mainzer Beckens, sondern auch des Wiener Beckens belegt. In der zitierten Arbeit wurde eine vorübergehende, durch paläobotanische Untersuchungen nachgewiesene trockenere Klimaspanne im Sarmat als verantwortlicher Faktor diskutiert. Prinzipiell könnte dies auch für *Gomphotherium angustidens subtapiroides* geltend gemacht werden, da es sich bei dieser Art sicher um eine feuchtigkeitsliebende Form handelt (vgl. Punkt 6). Diese Erklärung erscheint plausibel, doch muß ihr der Verdacht gegenübergestellt werden, daß man es bei den erwähnten Funden eventuell mit Umlagerungsphänomenen zu tun habe. Weitreichende Schlüsse erscheinen angesichts dieser Einzelfunde noch verfrüht.

5. Zur Fundverteilung der Großsäuger in Sandelzhausen

Während der Grabungen in Sandelzhausen in den Jahren 1969 bis 1971 stellte sich mit immer größerer Deutlichkeit heraus, daß Zähne und Knochenreste von Elefantenverwandten nahezu ausschließlich in dem weitgehend kalkig verfestigten Grobschotter der Schicht A gefunden wurden. Immerhin ließen sich sicher als Proboscideer-Reste ansprechbare Zahnsplitter gelegentlich auch noch in den darüber folgenden Schichten B und C feststellen (bezüglich der Schichtbezeichnungen vgl. Fahlbusch & Gall 1970). Diese Beobachtungen müssen mit der Fundverteilung der übrigen Großsäugerreste und vor allem auch mit der in vertikaler Richtung wechselnden Beschaffenheit des Sediments in Zusammenhang gebracht werden (vgl. Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972). Es zeigt sich hierbei, daß generell die Reste von größeren Tierarten, also Mastodonten und Rhinoceriden im unteren Teil des fossilführenden Sedimentpakets (Schicht A und B), die Reste mittelgroßer

Tiere, wie Chalicotherien, Anchitherien und Suiden bevorzugt im mittleren Teil des Profils (höherer Teil von Schicht B, Schicht C und unterer Teil von Schicht D) und die Reste der kleineren Tiere, vor allem Cerviden gehäuft im oberen Bereich, nämlich in Schicht D anzutreffen sind. Gleichzeitig verändert sich die Beschaffenheit des Sediments, das einen Geröllmergel darstellt, in der Art, daß die beigemengten und im Liegenden Teil sogar dominierenden Gerölle nach dem Hangenden zu allmählich an Größe und vor allem auch an Häufigkeit abnehmen. Die Tatsache, daß das Größengefälle in der vertikalen „Sonderung" der verschiedenen Tierarten der Größenabnahme und dem Seltenerwerden der Gerölle vom Liegenden zum Hangenden gleichgerichtet ist, spricht für eine transportbedingte Ursache der Fossilverteilung. Entsprechend dem in Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler (1972) vorgelegten Entstehungsmodell der Fossillagerstätte Sandelzhausen, hängt dies mit der vom Liegenden zum Hangenden allmählich abnehmenden Transportkraft von Hochwasserperioden in dem Raum einer Flußniederung zusammen. Hierzu sind nun die bereits erwähnten Zahnsplitter in Schicht B und C und vor allem der Fund eines D_2 (1959 II 396, vgl. S. 89), 140 cm über der Basis in Schicht C_3 (Planquadrat M-7), besonders aufschlußreich, da er tatsächlich eine direkte Abhängigkeit der Fundhöhe nicht von der taxonomischen Zugehörigkeit eines Fossilrestes, sondern von dessen Größe demonstriert. Gegen eine ökologische Ursache der unterschiedlichen Fundhöhe der Großsäuger im Profil spricht auch der vermutlich nur relativ kurze Bildungszeitraum der Sandelzhausener Fundschicht, in welchem so ausgeprägte Biotopänderungen, wie sie die Faunenverschiebung fordern würde, nicht stattgefunden haben können.

6. Ökologie

Für *Gomphotherium angustidens subtapiroides* hat Schlesinger (1917, S. 56) eine deutliche Beziehung zum feuchten Waldbiotop nachgewiesen. Der in Sandelzhausen außerdem belegte *Zygolophodon turicensis* ist nach Schlesinger (S. 177) ebenfalls, und zwar ganz ausgesprochen, eine feuchtigkeitsliebende Form. Dies deckt sich gut mit den übrigen Befunden z. B. mit dem Auftreten von *Stenofiber* und dem in Sandelzhausen so zahlreich vorkommenden *Hyotherium soemmeringi* H. v. Meyer, einem bereits aus den steirischen Braunkohlen hinlänglich bekannten Sumpfwaldbewohner. Besonderes Interesse gebührt der hohen zahlenmäßigen Beteiligung von Jungtieren gegenüber ausgewachsenen Individuen, die bei den Proboscideern von Sandelzhausen etwa durch das Verhältnis 2:1 zu beschreiben ist. Dieses Zahlenverhältnis entspricht keiner natürlichen Population, weshalb die hierfür verantwortlichen Faktoren innerhalb des Vorgangs der Fossil-Konzentration gesucht werden müssen. Eine Diskussion kann mit Bezug auf das Entstehungsmodell für die Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen (siehe Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler) geschehen, erscheint aber erst dann erfolgversprechend, wenn die relative Häufigkeit der Jungtiere auch für die übrigen in Sandelzhausen reichlicher vertretenen Großsäuger ermittelt ist.

Literatur

Dehm, R.: Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1951**, 5, 140—152, 3 Abb., Stuttgart 1951.

Dehm, R.: Die Säugetierfaunen der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erläut. Geol. Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse. Bayer. Geol. L. A. München, 81—88, München 1955.

Fahlbusch, V. & Gall, H.: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdekkung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 1 Taf., 3 Abb., München 1970.

Fahlbusch, V., Gall, H. & Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., Jg. **1972**, 6, 331—343, 1 Abb., Stuttgart 1972.

Klähn, H.: Die Mastodonten des Sarmatikum von Steinheim a. Alb. — Palaeontogr., Suppl. Bd., **8**, 7, 1—36, 4 Taf., 21 Abb., Stuttgart 1931.

Lehmann, U.: Über Mastodontenreste in der Bayerischen Staatssammlung in München. — Palaeontogr., **49**, 122—232, 13 Taf., 1 Abb., Stuttgart 1950.

Mottl, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark Südost-Österreichs. — Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Technik, **31**, 1—92, 7 Taf., 3 Abb., Graz 1966.

Osborn, H. F.: Proboscidea. A Monograph of the Discovery, Evolution, Migration and Extinction of the Mastodonts and Elephants of the World. Volume 1, Moeritherioidea, Deinotherioidea, Mastodontoidea. — 1—802, 12 Taf., 680 Abb., New York 1936.

Schlesinger, G.: Die Mastodonten des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. — Denkschr. K. K. Naturhist. Hofmuseum, **1**, 1—230, 36 Taf., 9 Abb., Wien 1917.

Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossillagerstätte Sandelzhausen. 3. Suidae (Artiodactyla, Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, 129—170, 2 Taf., 23 Abb., München 1971.

Simpson, G. G.: The principles of classification and a classification of mammals. — Bull. Am. Mus. Nat. Hist., **85**, 1—350, New York 1945.

Stromer, E.: Wirbeltiere im obermiozänen Flinz Münchens. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math. nat. Kl., **32**, 1—71, 3 Taf., 3 Abb., München 1928.

Stromer, E.: Die jungtertiäre Fauna des Flinzes und des Schweißsandes von München. Nachträge und Berichtigungen. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math. nat. Kl., N. F., **48**, 1—102, 3 Taf., 2 Abb., München 1940.

Tafelerläuterungen

Tafel 4

Fig. 1—2: *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier), Sandelzhausen 1959 II 348; 1/2 natürl. Größe.
1: M^2—M^3sin; 1a, von occlusal, 1b, von lingual.
2: M_2—M_3sin; 2a, von occlusal, 2b, von buccal.

Tafel 5

Fig. 1—5: *Gomphotherium angustidens subtapiroides* (Cuvier), Sandelzhausen, natürl. Größe.
1: M_1dex, 1959 II 42; 1a, von occlusal, 1b, von buccal.
2: D_4sin, 1959 II 394; 2a, von occlusal, 2b, von buccal.
3: P^4dex, 1959 II 385; 3a, von occlusal, 3b, von lingual.
4: D^2dex, 1959 II 388; 4a, von occlusal, 4b, von lingual.
5: D^2sin, 1959 II 387; 5a, von occlusal, 5b, von lingual, 5c, von buccal.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 97—104 München, 15. 12. 1972

Ein Castanopsis-Holz aus oberchattischen Steigbachschichten des Allgäus

Von Alfred Selmeier[1])

Mit 4 Abbildungen und Tafel 6

Zusammenfassung

Aus Ablagerungen der Subalpinen Molasse wird erstmals ein fossiler *Castanopsis*-Holzrest anhand von Dünnschliffen beschrieben. Der aus den oberchattischen Steigbachschichten des Allgäus stammende Fund ist erdgeschichtlich das älteste bisher fossil bekannt gewordene *Castanopsis*-Holz des Molassebeckens. *Castanopsis furcinervis* gilt als Charakterpflanze der oligozänen Molasse-Flora in Südbayern und ist durch Blattreste auch aus der unmittelbaren Umgebung des Holzfundes belegt (Dotzler 1938, Jung 1968). Fossile *Castanopsis*-Reste werden als Elemente oder Relikte der laurophyllen, halbimmergrünen „Mastixioideen-Flora", einer megathermen Mischwaldvegetation mit „Regenwaldklima" gedeutet.

Summary

The paper deals with a fossil *Castanopsis*-wood from tertiary sediments („Steigbachschichten") of the Subalpine Molasse of the foreland of the Bavarian Alps. Up to this day it is the eldest *Castanopsis*-wood from tertiary sediments of Bavaria and it proves to be of Upper Chatt age. The anatomical features of this stem-wood: Ring-porous, early-wood vessels large, perforation plates simple, late-wood pores small and arranged in obliquely radial, flame-shaped patches; rays uniseriate or rarely in part biseriate; parenchyma apotracheal-diffuse and banded. The described wood, *Castanoxylon zonatum* (Navale 1962, Selmeier 1970) is considered as another indication of a humid subtropical climate during the Oligocene (Upper Chatt).

1. Vorwort

Der fossile Holzrest wurde bei einer Geländebegehung in oberchattischen Steigbachschichten innerhalb der Stadtgrenze von Immenstadt, Allgäu, durch die Aufmerksamkeit von Herrn cand. geol. Henning Henningfeld im Sommer 1971 gefunden. Die Geländebegehung erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit, vergeben

[1]) Dr. A. Selmeier, Fachhochschule München, 8 München 2, Lothstr. 34.

vom Institut für Geologie der Technischen Universität München. Alle Angaben über Fundort und Alter des Holzrestes verdankt der Verfasser Herrn cand. geol. H. Henningfeld, der gemeinsam mit Herrn Präparator H. Fremuth die Anfertigung der Dünnschliffe übernahm. Die Vorbehandlung des teils bröseligen Holzrestes gelang mit Araldit F CY 205, Hersteller Ciba AG., Basel (Schweiz). Ferner hatte Herr cand. geol. H. Henningfeld die Freundlichkeit, sein Belegmaterial einschließlich der Dünnschliffe der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zur Aufbewahrung zu überlassen.

Dank schuldet der Verfasser der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die mit einer Sachbeihilfe die Bearbeitung tertiärer Holzreste unterstützt.

2. Das Castanopsis-Holz aus Immenstadt

Organgattung: *Castanoxylon* Navale 1962
Art: *Castanoxylon zonatum* Selmeier 1970
Vergleichsform: *Castanopsis chrysophylla* (Dougl.) A. DC., verbreitet von Kalifornien bis Oregon (USA).

Der braune Holzrest war ursprünglich ca. 7 cm lang und hatte einen Durchmesser von etwa 3 cm. Das Holz lag innerhalb einer Konglomeratbank in einem Mergelgeröll und zerfällt bei mäßigem Druck in kleine und kleinste Teilchen. Der Holzrest enthält Pilzhyphen und war mechanischem Druck ausgesetzt (Taf. 6, Fig. 1). Calciumcarbonat als Versteinerungsmittel konnte vom Verfasser mit kalter Chlorwasserstoffsäure nicht nachgewiesen werden. Die holzanatomische Beschreibung stützt sich auf 9 Dünnschliffe (5 quer, 2 tangential, 2 radial). Das Fundstück besteht derzeit aus etwa 15 Bruchteilen, die meist in Kunstharz eingebettet sind.

Diagnose: Sekundäres Holz der Organgattung *Castanoxylon* Navale 1962 mit Zuwachszonen, ringporig mit meist isoliert liegenden Frühholzgefäßen, tangentialer Durchmesser 150—266 µm, Durchbrechungen einfach, Thyllen dünnwandig; Spätholzgefäße im Querschnitt teils eckig, Neigung zur Gruppenbildung, tangentialer Durchmesser 30—70 µm, Anordnung der Spätholzgefäße kegelförmig bis „geflammt"; Radialwände der Gefäße teils mit Hoftüpfeln besetzt, Durchmesser ca. 11 µm, Tüpfelspalt häufig horizontal gestellt, ca. 3,5 µm lang. Holzstrahlen (Markstrahlen) ausschließlich einreihig, ausnahmsweise einige Stockwerke zweireihig, 2—11—(19)—stöckig, 7—12—(17) Holzstrahlen je mm tangentialer Erstreckung, Holzstrahlen homozellular, vertikal etwas gestreckt. Parenchym diffus verstreut, paratracheal (?), im Spätholz unterbrochene Parenchymbänderung, 1—2—(3) Zellen breit. Libriformfasern unseptiert, radiale Reihen bildend, Durchmesser 10—18 µm, teils mit isoliert liegenden, runden Tüpfeln auf den Radialwänden, Durchmesser der Tüpfel 3—4 µm. Pilzhyphen relativ häufig.

Material: Fundstückreste (15) und 9 Dünnschliffe, Inventar-Nr. 1972 I 39; Abbildungen 1—3, Taf. 6, Fig. 1—4. Aufbewahrung des Materials in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München.

Fundort: Immenstadt im Allgäu (Bayern), 75 m WSW der Ruine Laubenburg; Konglomeratbank eines kleinen Hügels, der beim Neubau der Straße B19 abgeflacht wurde; Gradabteilungsblatt Nr. 8427 Immenstadt der Topographischen Karte 1:25 000; Rechtswert 35 9306, Hochwert 52 7106, Meereshöhe ca. 757 m.

Alter: Alttertiär; oberchattische Steigbachschichten der Subalpinen Molasse.

a) Holzanatomische Beschreibung
Abb. 1—3, Taf. 6, Fig. 1—4

Ringporiges Laubholz mit Zuwachsgrenzen. Die meist isoliert liegenden großen Frühholzporen markieren in Verbindung mit einigen Lagen radial abgeflachter Holzfaserzellen den Verlauf der Zuwachsgrenzen. Die tangential voneinander häufig getrennten Frühholzporen, tangentialer Durchmesser 150—266 µm, bilden an der Zuwachsgrenze in der Regel nur eine Lage. Die Querschnittsbilder der Frühholzgefäße sind rundlich bis oval, durch Druckeinwirkung jedoch vielfach deformiert (Taf. 6, Fig. 1 u. 2). Die Gefäßdurchbrechungen sind ausschließlich einfach, die Querwände mehr oder weniger waagrecht gestellt (Abb. 2, Bildmitte); Wandstärke der Gefäße ca. 4 µm, Thyllen dünnwandig. An einigen Radialwänden sind aus-

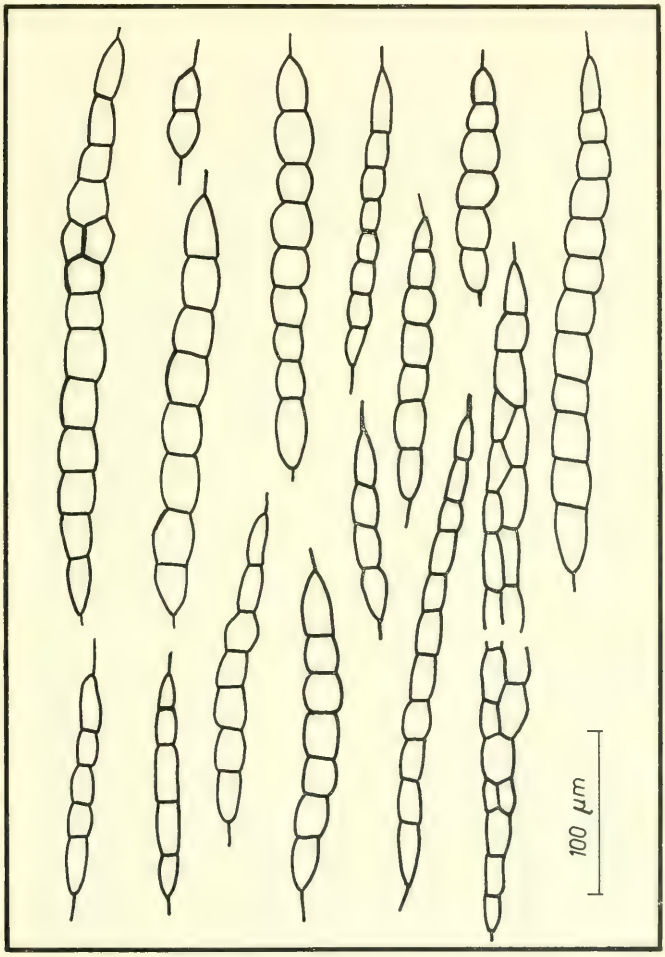


Abb. 1: Tangentialbild, verschiedene Formen einreihiger Holzstrahlen zeigend, darunter ein zweireihiger Holzstrahl (rechts). Schliffe 1972 I 39 t, t';

nahmsweise alternierend angeordnete Hoftüpfel erhalten geblieben. Die spaltförmigen Tüpfelmündungen sind waagrecht oder schräg gestellt, Längsachse ca. 3,5 µm, Tüpfelhof 6—8 µm (Taf. 6, Fig. 3 u. 4). Der Übergang vom Früh- zum Spätholz erfolgt, die Gefäße im Querschnittsbild betreffend, kontinuierlich oder abrupt. In der Regel bilden die kleinen Spätholzgefäße kegelförmig bis geflammt verteilte Muster (Taf. 6, Fig. 1). Innerhalb einiger Zuwachszonen sind die Spätholzgefäße in radialen, kettenförmigen Reihen angeordnet. Die Spätholzgefäße liegen einzeln oder neigen zur Gruppenbildung, ca. 50 je mm². Die Querschnittsformen sind im unversehrten Zustand etwas eckig gewesen, durch Druckeinwirkung vielfach deformiert (Taf. 6, Fig. 1 u. 2), tangentialer Durchmesser 30—70 µm. Die Holzstrahlen, Markstrahlen, sind ausschließlich einreihig, auf den Querschliffen als dunkle, durch Druckeinwirkung leicht gewellte Linien sichtbar (Taf. 6, Fig. 1 u. 2). Die Holzstrahlen stehen sehr dicht und sind durch 2—7 Holzfaserreihen voneinander getrennt; 7—12—(17) Holzstrahlen je mm tangentialer Erstreckung. Die Stöckigkeit variiert von 2—19 (50 Zählungen): 2 (4mal), 3 (4); 4 (2), 5 (5), 6 (4), 7 (6), 8 (5), 9 (9), 10 (2), 11 (5), 12 (2), 13 (2), 19 (2), Höhe 50—450 µm. Die Holzstrahlen

Abb. 2: Tangentialbild mit einreihigen Holzstrahlen, Holzfasern und Spätholzgefäßen (Bildmitte). Schliff 1972 I 39 t'; 130 x.

sind im allgemeinen homozellular, bisweilen einige Stockwerke zweireihig. Nur ein einziger Holzstrahl zeigt eine fast ununterbrochene Zweireihigkeit (Abb. 1). Die Holzstrahlzellen, teils nur die Kantenzellen, sind vielfach vertikal gestreckt; tangential 10—18 µm, vertikal 20—30—39 µm (Abb. 1 u. 2). Das Radialbild zeigt vorwiegend liegende Zellformen, radial z. B. 53—74 µm, vertikal 24—29 µm, Randzellen teils ca. 10 µm höher, würfelförmig und dickwandig, Wanddicke ca. 4 µm (Abb. 3). Ausnahmsweise sind zwischen den Berührungsflächen der Gefäße und der Holzstrahlzellen einfache Tüpfel zu sehen. Ihre Umrißformen sind unregelmäßig, meist oval, bohnenförmig bis länglich, mehr oder weniger horizontal, teils vertikal orientiert, Längsachse z. B. 7 µm, Breite 3—4 µm. Vertikal verlaufende Parenchymzellen scheinen an den Radialwänden ebenfalls diese Tüpfelformen zu haben; z. B. 11 µm lange Tüpfel auf einer 21 µm breiten, vertikalen Parenchymwand. Die Libriformfasern sind unseptiert und bilden die Grundmasse des Holzes (Taf. 6, Fig. 1 u. 2). Im Querschnittsbild haben die Fasern quadratische, rechteckige, selten rundliche Formen, Durchmesser 10—18 µm, an den spitz auslaufenden Enden 6—7 µm, Wandstärke ca. 3 µm. An den Radialwänden der Fa-

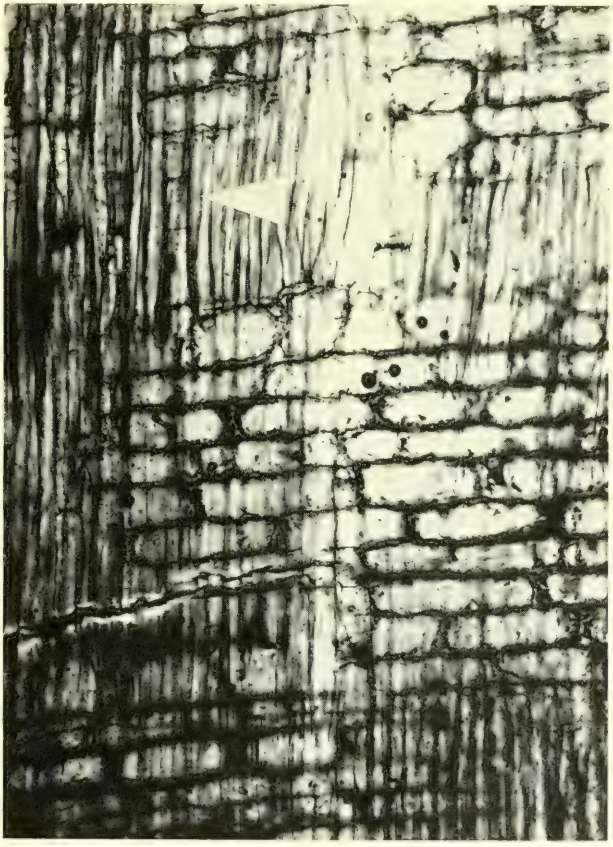


Abb. 3: Radialbild mit liegenden Holzstrahlzellen, Holzfasern und vertikalen Parenchymzellen (Pfeil). Schliff 1972 I 39 r; 180 x.

sern sind ausnahmsweise isoliert liegende, rundliche Tüpfel erhalten geblieben, Durchmesser 3—4 µm. Die Parenchymzellen sind diffus verstreut, im Querschnittsbild oft schwer erkennbar, deutlich jedoch in gefäßfreien Spätholzbereichen in Form unterbrochener, 1—2—(3) Zellen breiter Bänder, daneben scheinbar spärlich paratracheal. Die vertikalen Parenchymzellen, vertikal 74—124 µm, radial 24—38 µm, tangential 21—32 µm, sind besonders in den Radialschliffen gut zu sehen (Abb. 3, Pfeil).

b) Bestimmung

Der Fossilrest, mechanisch zerdrückt und relativ schlecht erhalten, zeigt jedoch noch hinreichend alle erforderlichen holzanatomischen Merkmale um eine sichere Bestimmung zu gewährleisten. Die auffallendsten Merkmale des Holzrestes sind die ausgeprägte Ringporigkeit, isoliert liegende Frühholzgefäße, geflammte Anordnung der Spätholzgefäße, ausschließlich einreihige Holzstrahlen und apotracheale Parenchymbänderung. Diese eigenartige Merkmalskombination führt zur Familie der Fagaceae und innerhalb dieser etwa 600 Arten umfassenden Familie eindeutig zur Gattung *Castanopsis*.

Auf eine Erörterung der holzanatomischen Beweisführung sowie auf einen damit verbundenen Vergleich zwischen rezenten und fossilen *Castanopsis*-Formen wird hier verzichtet, da dies bereits bei der Bestimmung erdgeschichtlich jüngerer *Castanopsis*-Holzreste erfolgte (Selmeier 1970, 1970 a). In diesen Arbeiten findet sich die entsprechende Literatur holzanatomischer Richtung, fossile und rezente Holzbautypen betreffend.

Die holzanatomische Struktur des Fossilrestes zeigt größte Übereinstimmung mit der heute im pazifischen Nordamerika beheimateten Laubholzart *Castanopsis chrysophylla* (Dougl.) A. DC., genannt „Golden Chinkapin" bzw. „Goldkastanie". Der etwa 25 m hohe Baum, der mediterranen Edelkastanie *(Castanea sativa)* nahe verwandt, bewohnt mittlere Lagen in den küstennahen Gebirgen von Kalifornien bis Oregon (USA). Das Hauptverbreitungsgebiet rezenter *Castanopsis*-Arten, etwa 102, ist Indomalesien, Hinterindien, Süd-China und Japan. Diese immergrünen Bäume oder Sträucher repräsentieren zweifelsfrei eine erdgeschichtlich alte Familie, botanisch und holzanatomisch zwischen *Castanea* (Edelkastanie) und *Quercus* (Eiche) stehend.

Gemäß den derzeit gültigen Regeln ist der Name des Holzrestes aus Immenstadt, *Castanoxylon zonatum*, Organgattung *Castanoxylon* Navale 1962.

3. Castanopsis-Reste aus der Subalpinen Molasse des bayerischen Alpenvorlandes

Die Gattung *Castanopsis* ist durch Blattreste aus den Schichten der oligozänen Molasse Südbayerns mehrfach belegt (Dotzler 1938, Jung 1968, S. 51). Als Fundorte aus dem Allgäu können Maria Rain bei Nesselwang, Enzenstetten bei Füssen sowie Immenstadt genannt werden. Unter der Fundortangabe „Immenstadt" werden 3 *Castanopsis*-Blätter beschrieben und teils abgebildet (Dotzler 1938, Taf. IV, Abb. 5). Diese damals noch unter dem Namen *Quercus furcinervis* geführten Blätter sind in Wirklichkeit *Castanopsis*-Blätter, wie durch Kutikular-Analyse bewiesen werden konnte (Kräusel & Weyland 1951, S. 44; Textabb. 11 u. 12, Taf. VIII, Fig. 1—8).

Der vorliegende Holzrest aus Immenstadt ist somit eine erste holzanatomische Ergänzung, eine weitere Bestätigung der erwähnten Blattfunde. Dieser Holzrest ist ferner das erste *Castanopsis*-Holz aus oberchattischen Schichten und das bisher älteste *Castanopsis*-Holz aus dem Molassebecken.

Nur jüngere tertiäre Sedimente, Glimmersande der Oberen Süßwasser-Molasse (OSM), haben bisher *Castanopsis*-Holzreste geliefert. Derzeit sind von folgenden Fundorten *Castanopsis*-Holzreste bekannt:

Fundort	Anzahl der Fundstücke	Alter, Schicht
Immenstadt	1	Alttertiär, Chatt, Steigbachschichten
Prielhof	11	Jungtertiär, OSM, Glimmersande
Schrobenhausen	1	Jungtertiär, OSM, ? Glimmersande

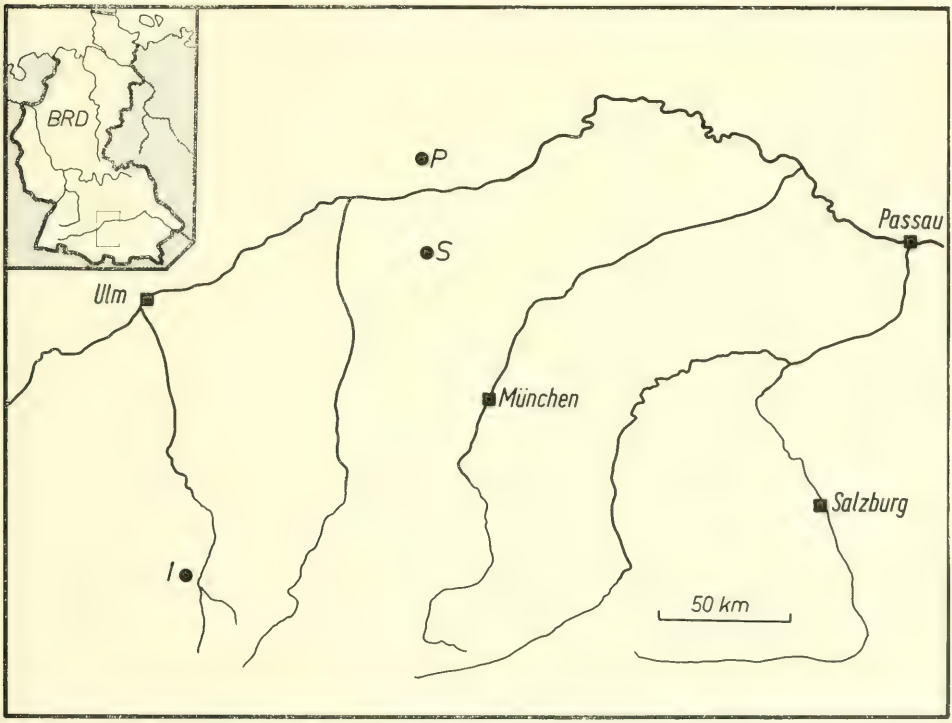


Abb. 4: Geographische Lage der Fundorte tertiärer Holzreste von *Castanoxylon zonatum;* Immenstadt (I), Prielhof (P), Schrobenhausen (S).

Alle zugehörigen Fundstücke sowie die Dünnschliffe werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie aufbewahrt. Die geographische Lage der Fundorte tertiärer *Castanopsis*-Hölzer ist aus Abb. 4 ersichtlich.

Aus dem Gebiet um Immenstadt können weitere Neufunde fossiler Holzreste erwartet werden. Bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts erwähnt Schuster (1909) mehrere verkieselte Hölzer, darunter ein Lorbeerholz, *Laurinoxylon algovicum* (Schuster) Süss 1958, vom Kalvarienberg bei Immenstadt.

Das Lorbeerholz bestätigt in gleicher Weise wie das vorliegende *Castanopsis*-Holz den laurophyllen Charakter der damaligen Vegetation. *Castanopsis*-Reste gelten bekanntlich als Bestandteil oder als Relikte einer wärmeliebenden, laurophyllen Mischwaldvegetation („Mastixioideen-Flora"), in vielen mitteleuropäischen Tertiärfloren nachgewiesen. Für diese halbimmergrünen Mischwälder werden subtropisch-tropische Klimabedingungen mit jährlichen Niederschlägen von über 1000 mm angenommen („Regenwaldklima").

Literatur

Dotzler, A.: Zur Kenntnis der Oligozänflora des bayerischen Alpenvorlandes. — Palaeontographica, B, **83**, S. 1—66, Taf. 1—8, 1 Textabb., Stuttgart 1938.

Henningfeld, H.: Geologische Untersuchungen in der Subalpinen Molasse nördlich von Immenstadt. — Unveröffentlichte Diplomarbeit, München 1972.

Jung, W.: Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. — Ber. des Naturwiss. Vereins Landshut, **25**, S. 43—71, 38 Abb., Landshut 1968.

Kräusel, R. & Weyland, H.: Kritische Untersuchungen zur Kutikular-Analyse tertiärer Blätter I. — Palaeontographica, B **91**, S. 7—92, Taf. 1—19, 32 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1951.

Navale, G. K. B.: *Castanoxylon* gen. nov. from the tertiary beds of the Cuddalore series near Pondicherry, India. — The Palaeobotanist, **11**, S. 131—137, Taf. 1—2, 7 Textabb., Lucknow 1962

Schuster, J.: Paläobotanische Notizen aus Bayern. 5. Über ein oberoligozänes Lorbeerholz aus dem Allgäu. — Ber. Bayer. Bot. Ges., **12**, S. 54—56, München 1909.

Selmeier, A.: Ein *Castanopsis*-Holz aus jungtertiären Schichten Südbayerns (Schrobenhausen). — N. Jb. Geol. Paläont Mh., **4**, S 235—250, 6 Abb., Stuttgart 1970.

Selmeier, A.: *Castanopsis*-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der südlichen Frankenalb — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist Geol., **10**, S 309—320, Taf. 12—14, 3 Abb., München 1970 (1970a).

Tafelerklärung

Tafel 6

Fig. 1—4: *Castanoxylon zonatum* aus Immenstadt

1: Querschnittsbild mit 2 Zuwachsgrenzen und teilweise zerstörtem Zellgewebe. Schliff 1972 I 39 q; 26 x.

2: Querschnittsbild mit deformierten Früh- und Spätholzgefäßen und einreihigen Holzstrahlen Schliff 1972 I 39 q; 71 x.

3: Radialbild mit Hoftüpfeln auf einer Gefäßwand. Schliff 1972 I 39 r; 480 x.

4: Radialbild mit alternierenden Hoftüpfeln auf einer Gefäßwand. Schliff 1972 I 39 r; 480 x.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 105—111 München, 15. 12. 1972

Die „STERNBERG-Originale" der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zu München

Von Walter Jung und Ervín Knobloch[1])

Mit 1 Abbildung

Zusammenfassung

Von den ehemals in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zu München aufbewahrten Originalen zu Sternbergs „Flora der Vorwelt" sind nur mehr zwölf Stücke auffindbar. Ihr derzeitiger Zustand wird kurz beschrieben und ihr nomenklatorischer Wert diskutiert.

Summary

The paper is dealing with original material of Sternbergs „Flora der Vorwelt" (1820—1838), conserved in Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in Munich. Out of that collection only 12 specimes are still existing. These plantfossils are shortly described and their nomenclatural value is discussed.

Im „International Code of Botanical Nomenclature" ist für alle fossilen Pflanzen als „Ausgangspunkt einer gültigen Veröffentlichung der Namen" das Erscheinungsdatum des 1. Heftes der „Flora der Vorwelt" des böhmischen Grafen Kaspar von Sternberg, der 31. Dezember 1820, festgesetzt. Aus diesem Grunde kommt den Originalen zur „Flora der Vorwelt" eine besondere nomenklatorische Bedeutung zu.

Die meisten Belege zu diesem grundlegenden paläobotanischen Werk liegen im Nationalmuseum zu Prag (Kotlaba 1962, Knobloch 1968). Ein nicht geringer Teil ist freilich unauffindbar.

Ein weiterer Teil der „Sternberg-Originale" war und ist z. T. noch deponiert in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie. Mit einer Ausnahme handelt es sich dabei um Pflanzenreste, welche ursprünglich in der Petrefakten-Sammlung des berühmten Georg Graf zu Münster lagen — „in collectione ditissima illustrissimi comitis Münster Palaeontologiae cultoris ferventissimi" (Presl, S. 114) — und nach dessen Tod zusammen mit den übrigen Teilen seiner Sammlung durch Kauf im Jahre 1845 an den Bayerischen Staat kamen. Leider ging durch Kriegsereignisse und wohl auch andere Umstände der größere Teil dieser Münsterschen „Sternberg-Originale" verloren.

[1]) Prof. Dr. W. Jung, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10. Dr. E. Knobloch, Ústřední ústav geologický, Hradební 9, Praha 1, ČSSR.

Die in München noch vorhandenen und die verschollenen „STERNBERG-Originale" — soweit sie nachweislich ehedem in der Bayerischen Staatssammlung waren — seien im folgenden kurz aufgeführt. Die diesbezüglichen Nachforschungen sind Vorarbeiten für einen noch zu erstellenden paläobotanischen Typenkatalog der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie.

A. Vorhandener Bestand

2. Faszikel — Ort? 1821

Flabellaria raphifolia: Bd. 1, Taf. 21, Fig. 1 (=rechte Figur); S. 32

Das Original entspricht der Abbildung. Dieses schöne Blatt einer Fächerpalme ist der frühest beschriebene derartige Rest. Wie aus der jüngsten Revision von READ & HICKEY (S. 133) aber ersichtlich, kann der Genus-Name *Flabellaria* wegen Homonymie nicht gebraucht werden und *F. raphifolia* somit auch nicht Typus-Art sein. Jedoch ist unser Stück zum Lectotyp der Art zu wählen.

Nach den Angaben bei STERNBERG (S. 28) und FLURL (S. 161 ff.) stammt das Stück aus dem unteroligozänen „Stinkstein" von Häring in Nordtirol. Aus den gleichen Literaturstellen ist ersichtlich, daß es ehemals sich in der Sammlung des Mathias FLURL — nicht FLUEL, wie bei STERNBERG zu lesen — befand, der es vielleicht während seines Aufenthaltes in Häring — zum Studium des dortigen Bergbaus — im Jahre 1807 erwerben konnte. Auf welchem Weg dieses kostbare Stück in die Bayerische paläontologische Staatssammlung gelangte, läßt sich freilich nur vermuten, weil schriftliche Aufzeichnungen darüber nicht mehr existieren. Am ehesten denkbar ist, daß der Rest zusammen mit anderen, nunmehr ebenfalls in der Bayerischen Staatssammlung aufbewahrten Stücken, auf dem Umweg über die Sammlung der „General-Bergwerks-Salinen- und Münz-Administration" und über die Sammlung des Bayerischen Oberbergamtes, welches aus jener Institution hervorging, an seinen heutigen Aufbewahrungsort gelangt ist. Gesichert ist jedenfalls, daß FLURL noch zu Lebzeiten seine gesamte Sammlung und seine Bibliothek der von ihm geleiteten General-Administration übereignete (LAUBMANN) und daß im Herbste des Jahres 1929 der allergrößte Teil des Fossilmaterials des Bayerischen Oberbergamtes in die Bayerische Staatssammlung überführt wurde.

5. und 6. Faszikel — Prag 1833

Equisetites Muensteri: Bd. 2, Taf. 16, Fig. 1; S. 43

Die Zeichnung entspricht nicht ganz der Vorlage. Vor allem läßt das Fossil am mittleren und oberen Knoten die flachgedrückten Diaphragmen erkennen. Bei SCHENK (1865, Taf. 2, Fig. 5) sind die Einzelheiten viel besser wiedergegeben.

Equisetites Muensteri: Bd. 2, Taf. 16, Fig. 5; S. 43

Auch hier lassen sich kleinere Abweichungen von der Wirklichkeit feststellen: Das Achsenstück ist um einen Knoten länger, die Sporophyll-Ähre keineswegs so schön gerundet, wie dargestellt. Wiederum kommt die Darstellung bei SCHENK (1865, Taf. 2, Fig. 9) der Wirklichkeit näher.

Für beide Stücke sind Fundort (Strullendorf bei Bamberg) und Herkunft (Sammlung MÜNSTER) durch alte, aufgeklebte Etiketten mit der Handschrift MÜN-

STERS belegt. Die beiden Stücke der Münchner Sammlung sind Syntypen im Sinne des ICBN.

Odontopteris Schmiedelii: Bd. 2, Taf. 25, Fig. 2a, b; S. 78

Die Figur 2a entspricht nicht in allen Einzelheiten der Wirklichkeit. So ist die Zahl der Fiedernerven auf dem Original größer und die Fiederachse durch die dicht liegenden Fiedern weitgehend verdeckt. Richtiger veranschaulicht Fig. 2b die Verhältnisse. Als stratum typicum wird merkwürdigerweise in der Literatur Lias angegeben (JONGMANS & DIJKSTRA, S. 3670). Dies ist falsch. Das Fossil kam aus einer Hornsteinknolle des Weißjura (Malm) zum Vorschein. Dies ist bei STERNBERG durchaus korrekt dargestellt („in saxo corneo [Hornstein] in horto Sanspareille"). Denn das Schloß von Sanspareil (Oberfranken) liegt tatsächlich auf Weißjura. Weil aber als nähere Ortsangabe noch „prope civitatem Baruthinam" hinzugefügt ist, aus der Umgebung von Bayreuth nur die berühmten Rhät-Lias-Pflanzen bekannt waren, kam es wohl zu der erwähnten stratigraphischen Verwirrung. Aber auch so bleibt das Vorkommen im Weißen Jura Nordfrankens merkwürdig genug und das Fossil ein Unikum. Leider hat es nie mehr eine paläobotanische Bearbeitung erfahren, so daß sein taxonomischer Wert ungeklärt ist.

Die Herkunft dieses Stückes aus der Sammlung MÜNSTER geht aus der entsprechenden Angabe bei STERNBERG zweifelsfrei hervor.

7. und 8. Faszikel — Prag 1838

Phialopteris tenera: Bd. 2, Taf. 32, Fig. 1a—d; S. 114

Zwar liegt in München nur die stark übermalte Gegenplatte, das eigentliche Original in der ehemaligen „Kgl. Kreisnaturaliensammlung", dem jetzigen „Oberfränkischen erdgeschichtlichen Museum" zu Bayreuth; aber das Stück muß doch an dieser Stelle erwähnt werden, weil SCHENK (1866, S. 38) diesen Sachverhalt gerade umgekehrt vermerkt hat. Es ist nicht auszuschließen, daß anläßlich seiner Bearbeitung Druck und Gegendruck versehentlich vertauscht wurden. Das nur schwer durchschaubare Dickicht der Namengebung für diese unter ganz verschiedenen Bezeichnungen veröffentlichten Pflanze hat KRÄUSEL (1958, S. 71) durchleuchtet. Seine Behandlung des Problems erscheint uns, wenn auch aus anderem Grunde, mit den Regeln übereinstimmend. GÖPPERT (1836, S. 38) hat nämlich seinerzeit durch die Beifügung des Namens von STERNBERG als Autor zu *Asterocarpus lanceolatus* zu erkennen gegeben, daß er selbst eine eigene Namenvergabe gar nicht beabsichtigte. Es liegt also nach Artikel 34 ICBN, Anmerkung 2, eine nur „beiläufige", somit nomenklatorisch ungültige Erwähnung eines Namens vor. Denn man kann unserer Meinung nach nicht annehmen, wie dies KRÄUSEL tat, daß GÖPPERT sich bei der Nennung des Autors geirrt hat, sondern muß vielmehr unterstellen, daß ihm zugleich mit den Bildern (vergl. loc. cit. S 382) von STERNBERG auch die vorgesehenen Namen übersandt wurden, GÖPPERT überzeugt sein mußte, daß diese auch unverändert in der „Flora der Vorzeit" publiziert würden und er andererseits die Benennungen sich keinesfalls selbst zuschreiben wollte, er deshalb korrekterweise und bewußt den Namen des echten Autors angab. Leider mußte dann STERNBERG wegen seiner angegriffenen Gesundheit die Bearbeitung des 7. und 8. Heftes ganz an PRESL übertragen, der dann für unsere Pflanze einen eigenen Namen vergab. Fundort (Reundorf unweit Bamberg, nicht Steindorf, wie bei PRESL selbst und auch noch ANDREWS

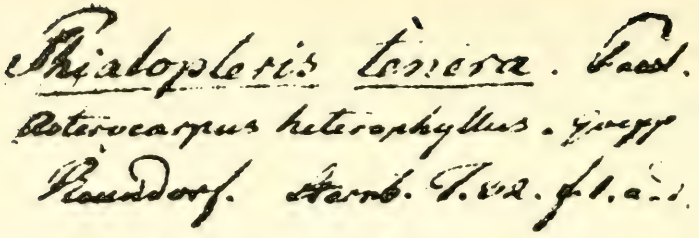


Abb. 1: Original-Etikette mit der Handschrift des Grafen MÜNSTER.

[S. 160] angegeben) und Herkunft (Sammlung MÜNSTER) gehen aus den erhaltenen alten Etiketten hervor. Die beigegebene Abbildung (Abb. 1) zeigt die alte Etikette und zugleich die Handschrift MÜNSTERS. Dank der bereitwilligen Hilfe von Prof. Dr. A. KOLB, Bamberg, konnte die Handschrift mit einem Aktenstück verglichen werden, welches einen handschriftlichen Vermerk MÜNSTERS samt seiner Unterschrift trägt (vergl. auch MAYER!). Für den Lectotyp kommt nur das Bayreuther Original in Frage.

Sphenopteris oppositifolia: Bd. 2, Taf. 32, Fig. 5a, b; S. 127

Auch dieses Fossil ist durch Übermalung in seinem wissenschaftlichen Wert gemindert. Die auf der Zeichnung so deutliche Nervatur ist nur mit Mühe zu erkennen. Gleiches gilt von der Gestalt der Fiederchen. Zweifellos gehört der Rest zu *Phialopteris tenera,* was schon SCHENK vermutet. Fundort und Herkunft wie bei *Phialopteris tenera.*

Laccopteris elegans: Bd. 2, Taf. 32, Fig. 8a 1, b, c; S. 115

Dieser, nicht sehr deutliche Abdruck, Rest einer Farnfieder, ist das einzige unter den Münchnern „STERNBERG-Originalen", welches in unserem Jahrhundert bei einer Neubearbeitung Berücksichtigung fand. Für die Monographie der fossilen und der rezenten Matoniaceen haben HIRMER & HÖRHAMMER dieses Stück kritisch gewürdigt. Nicht in allen Punkten kann man diesen Autoren zustimmen. So leugnen sie überhaupt die Zugehörigkeit des PRESLschen Originals zu einer Gattung der Matoniaceen und sehen darin eher den Rest einer Marattiacee. Leider ist das Fossil mittlerweilen in einem noch schlechteren Zustand, als ihn schon die beiden genannten Autoren beklagten. Aber auf Grund der Kenntnis vieler Hunderte von derartigen Fiederresten aus den fränkischen Rhät-Lias Schichten läßt sich behaupten, daß solche scheinbar gestielten Fiedern bei zerhäckseltem Material recht häufig vorkommen, weil die Mittelrippe der Fieder etwas widerstandsfähiger als die übrige Lamina ist und an den Rißstellen deshalb häufig übersteht. Wir haben es also doch wirklich mit einem *Phlebopteris*-Rest zu tun. Diese Einschränkung der Befunde von HIRMER & HÖRHAMMER tangiert jedoch nicht die weitergehende Folgerung der beiden Autoren, daß bei zukünftigen Bearbeitungen der PRESLsche Rest außer acht bleiben sollte. Auch wir empfehlen die Münchner Fieder „aus der Liste der Typenfossilien zu streichen" (loc. cit. S. 3). Wegen der Undeutlichkeit der Nervatur ist eine einwandfreie Artbestimmung nicht mehr gewährleistet und eine Beibehaltung als Typus-Stück einer *Phlebopteris*-Art kann daher zu Irrtümern führen (vergl. Arti-

kel 69 ICBN!). Eine ganz andere Frage, die nicht an dieser Stelle, sondern nur bei einer Genus-Monographie beantwortet werden kann, ist es, ob die von HIRMER & HÖRHAMMER getrennt gehaltenen Arten *Ph. brauni* und *Ph. muensteri* — zu einen von beiden gehört wohl das „STERNBERG-Original" — wirklich selbständige Arten sind.

Fundort und Herkunft entsprechen den beider vorausgehender Stücke.

Zamites distans: Bd. 2, Taf. 41, Fig. 1 oben; S. 196

Es sind vorhanden Platte und Gegenplatte, welche außer dem *Podozamites*-Zweig auch noch Abdrücke von *Sagenopteris*-Fiedern und *Equisetites*-Teile tragen. Wie oben angegeben, beziehen sich die vorliegenden Stücke nur auf die obere Schwarz-Weiß-Zeichnung der Figur 1. Obgleich auf der Rückseite der einen Platte ein handschriftlicher Vermerk MÜNSTERS angebracht ist, daß es sich um das Original zu oben genannter Abbildung handle, läßt sich keine größere Übereinstimmung zwischen Zeichnung und Fossil konstatieren. Man muß vielmehr vermuten, daß die Zeichnung aus Druck und Gegendruck kombiniert ist, was bereits SCHENK nach dem Studium unseres Münchner Materials annahm (1864a, S. 64). So betrachtet ergibt sich in der Tat eine gute Ähnlichkeit. Für die Typifikation von Art und Gattung kommt das Material sowieso nicht in Frage (KRÄUSEL 1959, S. 104), jedenfalls nicht nach dem derzeitigen Stand der Taxonomie dieser Gruppe.

Fundort (Strullendorf bei Bamberg) und Herkunft (Sammlung MÜNSTER) sind durch die Original-Etiketten bezeugt.

Zamites Muensteri: Bd. 2, Taf. 43, Fig. 1; S. 199

Das Stück ist hervorragend erhalten, soweit dies von einem bloßen Abdruck überhaupt gesagt werden kann. Original und Zeichnung stimmen aufs beste überein. Lediglich die mediane, ohne Lupe jedoch kaum sichtbare Trennlinie der oberseitig zusammenstoßenden Fiedern ist auf der Zeichnung unberücksichtigt geblieben. Merkwürdigerweise ist diese Art von SCHENK 1867, S. 167) trotz festgestellter großer Ähnlichkeit mit *Nilssonia acuminata* zur Gattung *Pterophyllum* gebracht worden. Daß es sich um eine einwandfreie *Nilssonia* handelt, hat anscheinend als erster SCHIMPER (S. 226) erkannt. Ob es sich, wie manche glauben, um eine von *N. acuminata* abzutrennende Art handelt, läßt sich nur an Hand eines gründlichen Studiums der Gattung beurteilen. In einem solchen Falle wäre das Münchner Stück ein Syntypus dieser Art. Wieder sind Fundort und Herkunft durch die Original-Etikette belegt (vergl. Angaben bei vorhergehendem Stück).

Zamites acuminatus: Bd. 2, Taf. 43, Fig. 2; S. 199

Auch hier ist ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Vorlage und Abbild vorhanden. Die Nervatur ist schlechter ausgeprägt als bei dem obigen Fossilrest, aber doch noch deutlicher als bei PRESL gezeichnet. Das Münchner Stück muß als der Lectotypus angesehen werden. Fundort und Herkunft entsprechend wie bei *Zamites distans!*

Zamites heterophyllus: Bd. 2, Taf. 43, Fig. 5; S. 199

Das den Abdruck tragende Gesteinstück, ein glimmer- und sandreicher Tonschiefer, ist zwar kleiner als dargestellt — das Fossil liegt in Wahrheit ganz am

Rande —, aber die erkennbaren Einzelheiten sind auf der Zeichnung zutreffend wiedergegeben, auch das beiliegende *Equisetites*-Achsenstück. Die Zugehörigkeit dieses Restes zu voriger Art hat schon SCHENK (1867, S. 132) erkannt. Es stammt gleichfalls von Strullendorf. Seine Herkunft aus der Sammlung MÜNSTER ist aber nur zu vermuten und nicht belegt durch eine entsprechende Beschriftung.

Germaria elymiformis: Bd. 2, Taf. 59, Fig. 1b; S. 188

Das Stück zeigt recht wenig Ähnlichkeit mit dem auf einem beigegebenen Etikett genannten angeblichen Abbild. Das Fossil scheint allerdings wieder als Vorlage für eine zeichnerische Kombination gedient zu haben, denn der lange geschwänzte Fortsatz auf der Zeichnung, von PRESL irrtümlicherweise für die begrannte Spelze einer Gramineen-Infloreszens gehalten — in Wahrheit bekanntlich die Basis eines Farnwedelstieles —, ist ohne Zweifel von dem Münchner Original abgezeichnet. Der dazugezeichnete Rhizomteil muß aber wenigstens zum Teil von einem ganz anderen Stück stammen (Gegendruck?). Ein Teil des Fossils dürfte freilich in späterer Zeit abgeplatzt sein.

Im Gegensatz zu allen anderen bisher beschriebenen Rhät-Lias-Stücken stammt diese Platte nicht aus der Bamberger, sondern aus der Bayreuther Umgegend („Phantasie"). Wahrscheinlich gehörte es ebenfalls zur Sammlung MÜNSTER. Für die Typifikation kommt das Stück nicht in Betracht.

B. Verschollene Originale

In der folgenden Liste sind nur Stücke aufgeführt, deren ehemalige Aufbewahrung in der Münchner Staatssammlung aus Literaturstellen zu ersehen ist. Da August SCHENK und Franz UNGER die wohl ersten Paläobotaniker waren, welche nach der Wiederaufstellung der MÜNSTERschen Sammlung die „STERNBERG-Originale" durchgesehen haben, kommt ihren Angaben besonderes Gewicht zu. Für etliche zusätzliche Stücke findet man in den Schriften beider, München nicht als ausdrücklichen Aufbewahrungsort genannt (das betrifft vor allem *Caulerpites*-Stücke aus dem Solnhofener Schiefer und weitere Rhät-Lias-Fossilien). Solche, in ihrem ehemaligen Aufbewahrungsort nicht sichere Materialien bleiben im folgenden unerwähnt, mit ihrem Verlust ist aber zusätzlich zu rechnen.

5. und 6. Faszikel

Bd. 2, Taf. 24, Fig. 3: *Laminarites crispatus;* vergl. SCHENK 1864 a, S. 26
Taf. 25, Fig. 3a, b: *Baliostichus ornatus;* vergl. UNGER 1856, S. 40

7. und 8. Faszikel

Bd. 2, Taf. 29, Fig. 1: *Caulerpites tortuosus;* vergl. SCHENK 1864 b, S. 176
Taf. 29, Fig. 3: *Caulerpites longiramis;* vergl. SCHENK 1864 b, S. 176
Taf. 32, Fig. 2 a—c, 4 a, b: *Pecopteris obtusata;* vergl. SCHENK 1864 a, S. 28
Fig. 3 a 1—4, b: *Sphenopteris Rössertiana;* vergl. SCHENK 1866, S. 34
Fig. 6 a 1—3, b: *Sphenopteris pectinata;* vergl. SCHENK 1864 a, S. 28
Fig. 6 a 4—5: *Sphenopteris clavata;* vergl. SCHENK 1864 a, S. 29
Fig. 8 a 2—3: *Laccopteris elegans;* vergl. SCHENK 1864 a, S. 55
Fig. 10: ?, weil im Text unerwähnt; vergl. SCHENK 1864 a, S. 33

Taf. 33, Fig. 2: *Rhodea quercifolia;* vergl. Schenk 1864 a, S. 32
Fig. 3: *Taxodites Münsterianus;* vergl. Schenk 1866, S. 90
Fig. 4: *Taxodites tenuifolius;* vergl. Schenk 1864 a, S. 78
Fig. 5: *Preissleria antiqua;* vergl. Schenk 1864 a, S. 56
Fig. 7 a, b: *Pecopteris microphylla;* vergl. Schenk 1864 a, S. 48
Fig. 8 a, b: *Cunninghamites dubius;* vergl. Schenk 1864 a, S. 79
Fig. 9: *Camptopteris Münsteriana;* vergl. Schenk 1864 a, S. 44
Fig. 12: *Pinites microstachys;* vergl. Schenk 1864 a, S. 76
Fig. 13 a—?: *Gutbiera angustiloba;* vergl. Schenk 1864 a, S. 42
Fig. 14 a 1—2 x, b: *Alethopteris Rösserti;* vergl. Schenk 1864 a, S. 39
Taf. 36, Fig. 2 (rechtes oder linkes Stück): *Pecopteris Münsteriana;* vergl. Schenk 1866, S. 69

Schrifttum

Andrews, H. N. jr.: Index of Generic Names of Fossil Plants 1820—1965. — Bull. U. S. Geol. Surv. **1300**, 1—354, Washington 1970.

Flurl, M.: Über das Vorkommen der Steinkohlen zu Häring. — Denkschr. kgl. Akad. Wissensch. München, Jg. **1813**, 129—182. München 1814.

Göppert, R.: Die fossilen Farrnkräuter. — Verh. kaiserl. Leopold. — Carol. Akad. Naturf. **17**, (Suppl.), I—XXXII, 1—486, Breslau und Bonn 1836.

Hirmer, M. & Hörhammer, L.: Morphologie, Systematik und geographische Verbreitung der fossilen und rezenten Matoniaceen. — Palaeontographica, B, **81**, 1—70. Stuttgart 1936.

Jongmans, W. & Dijkstra, S. J.: Filicales, Pteridospermae, Cycadales 38. — Fossilium Catalogus, II: Plantae, Pars 65, 3621—3702. 's-Gravenhage 1967.

Knobloch, E.: Bemerkungen zur Nomenklatur tertiärer Pflanzenreste. — Acta Musei Nat. Pragae **24**, 121—152. Prag 1968.

Kotlaba, F.: Kritická revize Sternbergova typového materiálu. — Časop. Nár. muzea, odd. přírod **131**: 49—55. Praha 1962.

Kräusel, R.: Die Juraflora von Sassendorf bei Bamberg I—II. — Senck. leth. **39**, 67—103, **40**, 97—136. Frankfurt 1958 bzw. 1959.

Laubmann, H.: Mathias von Flurl. — 97 S. München 1919.

Mayer, G.: Ein Tauschgeschäft zwischen dem Grafen Georg zu Münster und dem Karlsruher Naturalienkabinett 1833. — Geol. Blätter NO-Bayern **22**, 55—59. Erlangen 1972.

Presl, K. siehe Sternberg, K. von

Read, R. W. & Hickley, L. J.: A Revised Classification of Fossil Palm and Palm-like Leaves. — Taxon **21**, 129—137. Utrecht 1972.

Schenk, A.: Beiträge zur Flora des Keupers und der rhätischen Formation. — Ber. naturf. Ges. Bamberg **7**, 51—142. Bamberg 1864 (a).

Schenk, A.: Bemerkungen über einige Pflanzen des lithographischen Schiefers. — Würzburger naturw. Zschr. **5**, 174—177. Würzburg 1864 (b).

Schenk, A.: Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. — 232 + XIV S. Wiesbaden 1865—67.

Schimper, W. Ph.: Palaeophytologie, S. 1—233. — In: K. A. Zittel: Handbuch der Palaeontologie II. München und Leipzig 1890.

Sternberg, K. von: Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt I—II. — 444 + VIII S. Leipzig-Regensburg-Prag 1820—1838.

Unger, F.: Jurassische Pflanzenreste. — Palaeontographica **4**, 39—43. Kassel 1854.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 12 | 113—124 | München, 15. 12. 1972

Über kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle aus dem bayerischen Alpenvorland

Von Herbert Hagn[1])

Mit 1 Abbildung und Tafel 7—8

Zusammenfassung

Es werden paleozäne und untereozäne Gerölle des Kalkalpins aus dem bayerischen Alpenvorland beschrieben. Im gleichen Ausmaß wurde von dieser Umlagerung auch die Obere Gosau (Obercampan — Maastricht) betroffen. Die beschriebenen Gerölle legen Zeugnis ab von einer großangelegten Erosion, welche sowohl durch die Laramische als auch durch die Illyrische Phase verursacht wurde.

Summary

Some cobbles are described from the subalpine foreland of the Bavarian Alps (Subalpine Molasse, Pleistocene). They are of Paleocene and Lower Eocene age and can be derived from the Limestone Alps. They testify an erosion of the older Tertiary caused by the Laramic as well as by the Illyric phase. In the same way also deposits of the Upper Gosau (Upper Campanian — Maestrichtian) have been eroded in an extensive manner.

Inhalt

A. Vorwort 113
B. Das Geröll von der Blauen Wand S Traunstein 114
C. Das Geröll von München-Haar 116
D. Weitere Gerölle des älteren Alttertiärs 119
E. Folgerungen 120
Literaturverzeichnis 122

A. Vorwort

Auf einer Studenten-Exkursion wurde am 6. 5. 1972 an der Blauen Wand S Traunstein (Subalpine Molasse) ein kleines, lichtrötlichbraunes Geröll gefunden,

[1]) Prof. Dr. H. Hagn, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

dessen größter Durchmesser 4 cm betrug. Der Finder hätte das Stück beinahe wieder weggeworfen, da er es für umgelagerten Jura hielt. Erst bei genauerer Betrachtung mit der Lupe erkannte er meist längliche, weiße Flecken, deren Deutung als Crinoidenschutt nicht möglich war. Damit konnte die Herkunft des Gerölls im Gelände nicht bestimmt werden, weil seine Fazies unbekannt schien. Da die Konglomerate der Blauen Wand schon so manche kleine Kostbarkeit geliefert hatten (Hagn 1971), wurde das Geröll Herrn Oberpräparator H. Mertel übergeben, der in bewährter Weise drei Dünnschliffe davon anfertigte.

Bei der Ausarbeitung der Ergebnisse hatte der Verfasser wiederholt Gelegenheit, mit seinem Sammlerfreund Dr. E. Ott, München, einschlägige Fragen zu besprechen. Weitere Hinweise verdankt er Herrn Prof. Dr. A. v. Hillebrandt, Berlin, der aus dem reichen Schatz seiner Erfahrungen so manchen wertvollen Rat beisteuern konnte. Ferner sei Herrn R. Schmid, Haslach bei Traunstein, für die Überlassung des Gerölls von der Blauen Wand bestens gedankt.

B. Das Geröll von der Blauen Wand S Traunstein

Bezüglich der Fundstelle kann auf die Arbeit von Hagn (1971, S. 20) verwiesen werden.

Die mikroskopische Untersuchung der Schliffe (G 1394—1396 a/72) lieferte folgende Ergebnisse: Die Grundmasse ist vorwiegend pelitisch (mikritisch) und zeigt häufig eine feinkrümelige Struktur. Gelegentlich erscheint die Matrix auch kalzitisch-klar (sparitisch). Infolge von Resedimentationserscheinungen ist das Schliffbild ziemlich unruhig: neben dichten, fossilarmen Partien liegen Fossilschuttkalke. Manchmal lassen sich die einzelnen Resedimente (Intraklaste) klar abgrenzen, zuweilen verschwimmen sie aber auch mehr oder weniger miteinander. Daraus geht hervor, daß die verschiedenen Gemengteile zur Zeit ihrer Einbettung noch plastisch deformierbar gewesen sind.

Der Grundmasse sind ziemlich selten kleine Quarzkörner eingestreut. Desgleichen trifft man Fetzen kristalliner Schiefer nur untergeordnet an. Das Gestein ist von Rupturen durchsetzt, welche — wie gewöhnlich — mit Kalzit ausgefüllt sind. Dieser Umstand weist auf eine stärkere tektonische Beanspruchung vor der Umlagerung hin.

Das Schliffbild wird von Fossilschutt beherrscht. Neben feinsten Schalenbruchstücken beobachtet man ansehnliche Reste. Unter den Kleinforaminiferen fallen vor allem Milioliden auf (Taf. 7, Fig. 1). Dazu gesellen sich Sandschaler (Textulariidae, *Placopsilina*), Nubecularien, Angehörige der Nodosariidae, rotaliide Formen (darunter *Cibicides*) sowie *Planorbulina cretae* (Marsson). Auch winzige pelagische Foraminiferen fehlen nicht; Reste grobperforierter Gehäuse lassen auf die Familie der Orbulinidae schließen. Großforaminiferen gehören zu den Seltenheiten; einige wenige ungünstige Schnitte könnten zu *Discocyclina seunesi* Douv. gehören. Die Metazoen verteilen sich auf Korallen, Bryozoen (in der Regel auf Algen aufgewachsen), *Serpula,* Schalenreste verschiedenster Herkunft (meist von Lamellibranchiaten), Ostracoden und Echiniden-Stacheln. Die Flora gehört ausschließlich den Rhodophycophyta (Rotalgen) an. Die auffallendste Art ist *Distichoplax biserialis* (Dietrich) (Taf. 7, Fig. 2—3). Auch die charakteristische Gattung *Karpathia* ist nachweisbar. Die Gruppe *Lithothamnium-Lithophyllum — Mesophyllum* konnte aus Mangel an geeigneten Schnitten nicht weiter aufgeglie-

dert werden. Die Rotalgenkrusten bilden häufig das Substrat für aufgewachsene Organismen; nicht selten kommt ihnen aber auch die Rolle von Sedimentfängern zu.

Für die stratigraphische Einstufung des Gerölls sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

Die Gattung *Discocyclina* zeigt zunächst einmal den Zeitbereich Paleozän — Eozän an. Sollte *D. seunesi* vorliegen, so wäre eine Einengung auf Paleozän möglich. Für Alttertiär sprechen auch die vereinzelten grobperforierten Globigerinen-Gehäuse. Das winzige Plankton könnte sogar auf Dan hinweisen. Milioliden sind, wenn sie gehäuft auftreten, innerhalb der Tethys ein wichtiges Indiz für Paleozän-Sedimente. Schließlich stellt auch *Planorbulina cretae* (Marsson) ein altertümliches Faunenelement dar. Nach Bignot & Larsonneur (1969, S. 34—38, Taf. 2, Fig 4—6; Taf. 3, Fig. 1—7; Abb. 1—7) ist diese Art vom Ober-Campan bis zum Mittel-Paleozän verbreitet. Dieselbe Spezies wurde von Scheibner (1968, S. 85—86, Taf. 4, Fig. 2; Taf. 6, Fig. 1—3; Abb. 14) aus dem Ober-Paleozän bis Unter-Eozän der zentralen West-Karpaten beschrieben.

Distichoplax biserialis (Dietrich) ist keine Leitform für eine bestimmte Stufe innerhalb des älteren Alttertiärs, da diese Alge vom Paleozän bis zum unteren Teil des Mittel-Eozäns auftritt (J.-P. & R. Beckmann 1966, S. 24). Nach unseren Erfahrungen hat sie aber ihr Häufigkeitsmaximum im Paleozän. Auch die Gattung *Karpathia* stellt ein Florenelement dar, das seine Hauptverbreitung im Paleozän besitzt (Hagn 1972, Ms.).

Aus alledem darf geschlossen werden, daß dem Geröll von der Blauen Wand ein paleozänes Alter zukommt. Das Fehlen von Nummuliten könnte sogar so ausgelegt werden, daß Ober-Paleozän, also die Ilerd-Stufe, ausgeschlossen werden kann. Freilich sind ökologische Faktoren nicht ganz außer acht zu lassen. Immerhin fehlen alle Formen, welche auf Eozän hindeuten.

Die Frage nach der Ablagerungstiefe, also nach der Ökologie, ist rasch beantwortet. Die Resedimentationserscheinungen sowie Fauna und Flora sprechen eindeutig für eine Seichtwasserablagerung. Man hat es also mit einer Randfazies und nicht mit einer Beckenfazies zu tun. Wright & Murray (1972) bemerkten hierzu u. a.: „*Miliolina*-dominant . . . is interpreted as indicating a hypersaline lagoon. In modern environments, only hypersaline lagoons are populated by such *Miliolina*-rich assemblages. The typical genera are *Quinqueloculina, Triloculina* and *Peneroplis*" (S. 94).

Schließlich stellt sich die Frage nach der Herkunft des Gerölls. Molasse, Helvetikum und Flysch kommen infolge ihrer abweichenden Fazies nicht in Betracht. Innerhalb des Ultrahelvetikums ist es nur die Buntmergelserie, die wegen ihres Kalkreichtums und ihrer meist roten Farben Anlaß zu Verwechslungen bieten könnte. Aber auch dieser lithologische Komplex kommt nicht ernsthaft in Frage, da die entsprechenden Sedimente außerordentlich reich an großwüchsigen pelagischen Faunenelementen sind, während Corallinaceen fehlen.

Somit bleibt nur noch das Kalkalpin für einen Vergleich übrig. Hierzu ermuntert die rötlichbraune Farbe, welche an die der Nierentaler Schichten erinnert. Es ist bekannt, daß die kalkalpinen Alttertiär-Sedimente, wenigstens teilweise, ebenfalls bunt gefärbt sind und so die Fazies der oberkretazischen Gosau weiterführen.

Ablagerungen des Paleozäns sind im nördlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen nicht eben häufig. Außerdem sind sie auf den Bereich E des Inns beschränkt. Nach v. Hillebrandt (1962a, S. 340) liegen die Hauptvorkommen im Eitelgraben und im

Kühlbach (Nordfuß des Untersberges, Land Salzburg) sowie im Lattengebirge. Es handelt sich hierbei um Sedimente tieferer Meere; Seichtwasserformen konnten nicht nachgewiesen werden (l. c., S. 342). Ein weiterer Aufschluß liegt in Sebi bei Niederndorf auf tirolischem Boden (Unterinntal). Er wurde von Gessner (1961 Ms., S. 42f.) entdeckt. Die bunten Mergel und Sandsteine gehören dem höheren Unter-Paleozän an (Hagn et al. 1961, S. 166; v. Hillebrandt 1962a, Fußn. 5b auf S. 343). In diesem Zusammenhang ist noch erwähnenswert, daß Kövecs (1964 Ms., Abb. 46 f.) in den Angerberg-Schichten S von Kufstein zahlreiche Paleozän-Gerölle aufsammeln konnte. Während diejenigen des Dans noch einen pelagischen Einfluß zeigen, lassen die mittel- und oberpaleozänen Gerölle bereits die Fossilschuttfazies erkennen (vgl. hierzu Zöbelein 1955, S. 343).

Aus entfernter gelegenen Gosaubecken kennt man allerdings auch Alttertiär, das eine küstennahe Ausbildung zeigt. So erwähnte z. B. K. Küpper (1956, S. 283) die Kalkalgen der Zwieselalm-Schichten des Beckens von Gosau, welche vor längerer Zeit von Lemoine bearbeitet wurden. Auch auf einer Studenten-Exkursion im Jahre 1957 konnten im Hangenden der Nierentaler Schichten derselben Lokalität Lithothamnienkalke aufgesammelt werden. Desgleichen berichtete v. Hillebrandt (1962 a, S. 344), daß im Becken von Gams den Mergeln Lithothamnienkalke eingeschaltet seien. Endlich verwies auch Papp (in Plöchinger 1961, S. 417) auf Lithothamnienkalke mit Großforaminiferen vom *Miscellanea*-Typus von Zweiersdorf (Gosau der „Neuen Welt", N. Ö.). Alle die genannten Vorkommen liegen aber nicht im Einzugsgebiet der „Ur-Traun".

C. Das Geröll von München-Haar

Man mag es als Zufall bezeichnen oder auch als Duplizität der Ereignisse, daß am 21. 5. 1972 in einer Baugrube nahe der Gärtnerei an der Ecke Leip-Vocke-Straße in jungpleistozänen Schottern ein Geröll gefunden wurde, das durch sein rotgesprenkeltes Aussehen Aufsehen erregte. Es handelt sich um einen mittel- bis grobkörnigen Fossilschuttkalk, der einzelne gröbere Brocken triadischer Gesteine einschließt. Die größte Komponente, ein gelbliches Karbonatgestein, weist eine Mindestlänge von 2,5 cm auf. Für die weitere Untersuchung standen die Schliffe G 1397—1406 a/72 zur Verfügung.

Unter dem Mikroskop beobachtet man eine vorwiegend zurücktretende Grundmasse, die meist feinsparitisch ausgebildet ist. Gelegentlich erscheint sie auch pelitisch getrübt. An kristallinen Komponenten trifft man Quarzkörner in verschiedener Menge an. Daneben konnten Quarzite, Glimmerschiefer und Phyllite nachgewiesen werden. Auch Schwerminerale fehlen nicht. Größere Glaukonitkörner stellen sich gelegentlich ein. Lithoklaste aus der alpinen Trias sind häufig. Neben ziemlich klaren Dolomiten wurden auch Wettersteinkalke und Hauptdolomite beobachtet.

Das Gestein ist reich an Fossilschutt. An Kleinforaminiferen fanden sich: *Placopsilina* (jeweils auf ein Substrat festgewachsen), Milioliden (vereinzelt), *Robulus, Stilostomella* und *Cibicides*. Eine besondere Bedeutung beansprucht *Gypsina ogormani* (Douv.), eine krustenbildende Foraminifere, die häufig Verwachsungsgemeinschaften mit Corallinaceen bildet (Taf. 8, Fig. 2). Manchmal werden auch Discocyclinen von diesen Krusten überzogen. Daß es sich hierbei um

Foraminiferen handelt, geht aus den *Gypsina*-artigen Juvenarien hervor, die nicht selten im Schliff angetroffen werden. Nach den langjährigen Erfahrungen des Verfassers überschreitet diese Art die Grenze Unter- zu Mitteleozän nicht. Sie stellt daher ein ausgezeichnetes Leitfossil für tieferes Alttertiär dar.

Großforaminiferen gehören zu den wichtigsten Faunenelementen. Es sind hier *Nummulites* (teilweise gepfeilert, gelegentlich sehr hochmündig), *Assilina, Operculina, Discocyclina* und Verwandte, *Fasciolites* und *F. (Glomalveolina)* zu nennen. Die Gehäuse sind häufig verkieselt, mehrfach auch deformiert. Vor allem die Fascioliten („*Alveolina*" auctorum) sind in der Regel zerbrochen, wodurch ihre Bestimmung erschwert wird. Viele Fascioliten sind mehr oder weniger floskulinisiert. Das Gehäuse auf Taf. 8, Fig. 1 kann mit *F. ruetimeyeri* (HOTTINGER) in Beziehung gebracht werden.

Metazoen spielen eine vergleichsweise geringe Rolle. Man erkennt *Porites*, Bryozoen, Wurmreste *(Serpula, Ditrupa)*, Molluskenbruchstücke und Echinodermenschutt.

Die Flora wird durch Rotalgen repräsentiert. *Parachaetetes* („*Solenopora*" auctorum) tritt gelegentlich auf. *Distichoplax biserialis* (DIETRICH) ist im Bindemittel nur vereinzelt anzutreffen. *Pseudolithothamnium album* PFENDER ist kein seltener Gast. Unter den Corallinaceen ist u. a. *Archaeolithothamnium* hervorzuheben. Diese Familie ist häufig mit *Gypsina ogormani* (DOUV.) vergesellschaftet. In einem Fall wurde eine Corallinacee von einer *Nubecularia* besiedelt, die ihrerseits von *G. ogormani* verdrängt wurde.

Das Auftreten von Triasgeröllen weist auf die kalkalpine Herkunft des besprochenen Gerölls hin. Auf Grund von *G. ogormani* kann das Geröll von München-Haar nicht jünger als Untereozän sein. Die Organisationshöhe der Nummuliten (u. a. gepfeilerte Gehäuse) läßt eine Einstufung in das Ober-Paleozän (Ilerd) ausschließen. Auch das Auftreten von bestimmten Angehörigen der Gattung *Fasciolites*, vorab von *F. ruetimeyeri*, weist in dieselbe Richtung.

In den Dünnschliffen sind zahlreiche Mergelfetzen erkennbar. Mit Hilfe ihrer Foraminifereninhalte kann ein Teil davon mit Sicherheit der höheren Oberkreide zugewiesen werden. Teilweise besitzen diese Geröllchen eine rötlichbraune Farbe. Sie schließen die Gattungen *Hedbergella, Rugoglobigerina, Globigerinelloides, Globotruncana, Heterohelix, Lenticulina* und andere Kleinforaminiferen ein (Taf. 8, Fig. 3). Die meisten Globotruncanen sind einkielig, so daß an einen Zeitbereich Obercampan-Maastricht zu denken ist. Daraus geht hervor, daß die Obere Gosau (s. l.) in umfangreicher Weise von Umlagerungsvorgängen erfaßt worden ist. Nur in Einzelfällen konnten Hippuritenreste entdeckt werden.

Die Mehrzahl der Geröllchen gehört indes dem älteren Alttertiär an. Auch sie sind in der Regel rötlich gefärbt. In erster Linie erscheinen Komponenten mit massenhaft *Distichoplax biserialis* (DIETRICH); sie sind geradezu als „Leitgerölle" aufzufassen. Andere Bestandteile enthalten winzige pelagische Foraminiferen, wobei unsicher bleibt, ob sie noch zur Oberkreide oder schon zum Dan zu rechnen sind. Sehr bezeichnend sind auch Miliolidenkalke. Bunte, sandige Komponenten, manchmal mit einem Limonitsaum umgeben, stellen sich ebenfalls ein. Corallinaceenkalke, teilweise mit Bryozoen und Korallen, gehören durchaus zu den häufigeren Erscheinungen. Manche Geröllchen führen *Parachaetetes*, andere *Planorbulina cretae* (MARSSON), wieder andere kleine Globorotalien. Seltene umgelagerte Discocyclinen erinnern an *Discocyclina seunesi* DOUV. Kopfzerbrechen bereitet zunächst

noch ein mehrfach nachgewiesenes Geröllchen mit „Dasycladaceen"; nach einer Aussage von E. Ott handelt es sich bei den genannten organischen Resten um perforierte Schalentrümmer, deren Wandfragmente durchaus an Dasycladaceen erinnern. Eine Bestimmung ist derzeit allerdings noch nicht möglich. Von einiger Aussagekraft ist eine sandige Komponente mit einem schräg geführten Schnitt durch *Miscellanea miscella* (D'Arch. & Haime); die Bestimmung wurde an Hand eines Materials durchgeführt, das aus dem Paleozän von Mérigon, Ariège, Frankreich, stammt und von Herrn Prof. Dr. M. Reichel, Basel, freundlichst zur Verfügung gestellt wurde.

Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß die allermeisten der soeben skizzierten mergeligen Komponenten nicht als Resedimente, sondern als echte Gerölle aufzufassen sind. Dabei spielen neben den Oberkreidepeliten die bunten Alttertiärgesteine eine entscheidende Rolle. Nach allem bisher Gesagten können diese nur in das P a l e o z ä n gestellt werden. Sie entstammen, gleichfalls wie der Fossilschuttkalk von München-Haar, dem K a l k a l p i n. Damit sind sie mit dem Geröll von der Blauen Wand aufs innigste verwandt. Es darf ferner angenommen werden, daß in den Alttertiärgeröllen alle Stufen des Paleozäns vertreten sind. Allerdings ist diese Vorstellung infolge der Kleinheit der einzelnen Komponenten nur schwerlich nachzuweisen. Es darf noch erwähnt werden, daß das umgelagerte Paleozän des bayerischen Alpenvorlandes in mikrofazieller Hinsicht eine große Ähnlichkeit mit dem Paleozän der Westkarpaten aufweist. (Mišík 1966, Taf. 78—83; Scheibner 1968, Taf. 4—7; Tab. auf S. 89).

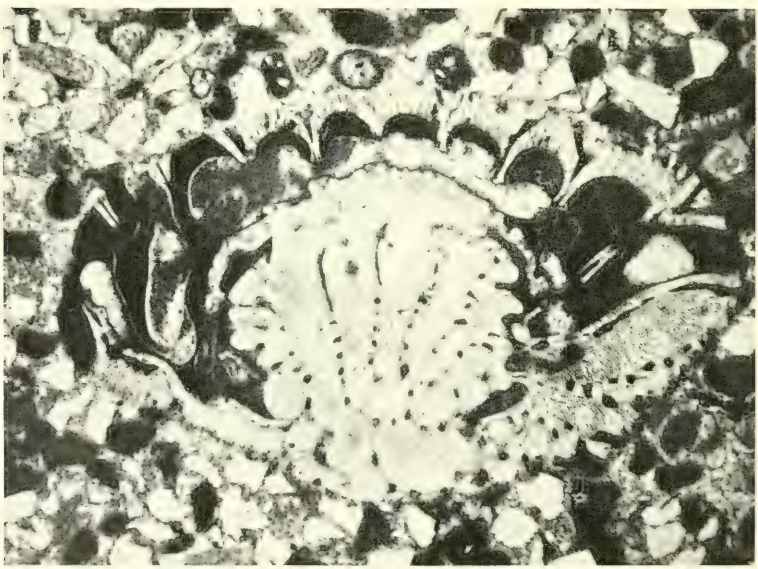


Abb. 1: *Miscellanea miscella* (Arch. & Haime), Schrägschnitt, aus einem Paleozängeröllchen, das in einem Untereozän-Geröll aus jungpleistozänem Schotter von München-Haar enthalten ist. Schliff G 1403 a/72. Vergr. x 35.

Die Gliederung des Paleozäns wurde in der vorliegenden Arbeit im Sinne von Hagn & Wellnhofer (1972, Abb. 6) durchgeführt.[2]) Seit Schimper 1874 den Begriff des Paleozäns eingeführt hatte, gab es zahllose Mißverständnisse. Am meisten war wohl das Dan oder die Dänische Stufe umstritten, die von den einen Autoren in die oberste Kreide, von anderen in das tiefste Alttertiär gestellt wurde. So glaubte z. B. der Verfasser (Hagn 1952), Dan im Untersbergvorland nachweisen zu können (vgl. hierzu Hagn in Schlager 1957, S. 70). Wicher (1956, S. 105 f.) versuchte in den 50er Jahren, mit Bezeichnungen wie Dan I a, I b und Dan II den Gegebenheiten gerecht zu werden. Es ist das Verdienst von Reiss (1952) und Reichel (1953), mit Hilfe von Mikrofaunen die Grundlagen unserer heutigen Paleozän-Stratigraphie gelegt zu haben (vgl. hierzu Loeblich & Tappan 1957). Es soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, daß sich Traub (1938) durch eine Monographie der Megafossilien des Haunsbergs N Salzburg und v. Hillebrandt durch eine eingehende Darstellung der Foraminiferen des Untersbergvorlandes (1962b) bleibende Verdienste um die Kenntnis des subalpinen bzw. alpinen Paleozäns erworben haben.

D. Weitere Gerölle des älteren Alttertiärs

Ist der Blick einmal geschärft, ist das Auffinden weiterer Paleozängerölle nicht mehr schwer. In diesem Zusammenhang erwiesen sich vor allem die Kalke mit *Distichoplax biserialis* (Dietrich) als besonders wertvoll.

Folgende Gerölle enthalten paleozäne Einschlüsse, welche häufig durch eine rötlichbraune Färbung ausgezeichnet sind:

1. Söchtenau, an der Strecke Rosenheim—Halfing. Geröll (Ilerd — Cuis) aus Würmschotter. Durchmesser des Gerölls 10×9×7 cm. Leg. E. Ott, P. Wellnhofer, F. Plumhoff und H. Hagn am 3. 11. 1967. Schliffe G 1407—1415 a/72.

2. Schwaberwegen — Ebersberg, Kiesgrube an der Straße. Geröll (Cuis) aus Niederterrassenschotter. Leg. E. Ott 1965. Schliffe G 315—317 a/66.

3. Stellenbach, Beginn des Bachlaufs, NE Heimen bei Hopferau, Blatt 1:25 000 Nesselwang Ost. Geröll (Cuis) aus den Deutenhausener Schichten, höheres Latdorf, Subalpine Molasse, Südflügel der Murnauer Mulde. Ded. Dr. J. Schuder am 22. 1. 1963. Schliffe G 72—73a/63.

In diesem Zusammenhang sind noch einige Alttertiärgerölle zu erwähnen, die nicht so einfach einzustufen sind. So überbrachte Herr Prof. Dr. W.-D. Grimm im Jahre 1952 zwei Gerölle aus dem Vollschotter der Oberen Süßwassermolasse Niederbayerns, die vollkommen verkieselt sind (Schliffe 204a/52; 309a/52). Die Verkieselungserscheinungen sind wohl auf klimatische Einwirkungen zurückzuführen. Das Alter der beiden Gesteine kann als Cuis angegeben werden; ihre Herkunft ist wohl kalkalpin. Infolge der Verkieselung erscheinen die einzelnen Faunenelemente als „ghosts". Die Bestimmungsmöglichkeiten sind daher sehr stark eingeschränkt. Als Fundorte wurden Lanhofen bzw. Kiesgrube bei Hof Eck im Gollerbachtal, Blatt Wurmannsquick, Niederbayern, angegeben.

[2]) Da der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf kalkalpinen Paleozän-Geröllen liegt, schien es aus Raumgründen geboten, auf die anstehenden Vorkommen von Eozän im Bereich der Nördlichen Kalkalpen nicht einzugehen. Eine ausführliche Darstellung des gesamten Stoffs soll einer gesonderten Arbeit vorbehalten bleiben.

Unklarheiten bestehen auch noch bezüglich eines Gerölls, das am 4. 9. 1971 zusammen mit Herrn J. Wührl der Blauen Wand entnommen wurde (Schliff G 1393a/72). Das Schliffbild wird durch Spiculae von Kiesel-Schwämmen geprägt. Die zahlreichen rotaliiden Foraminiferen erinnern zunächst an Flyschoberkreide (z. B. Hällritzer Schichten). Grobperforierte Globigerinen und Discocyclinen-Bruchstücke weisen indes auf Alttertiär hin. Auch Glaukonit wurde beobachtet. Vielleicht handelt es sich um Flysch-Paleozän, doch fehlen für die Beantwortung dieser Fragen noch weitere Erfahrungen.

Schließlich seien noch zwei Gerölle erwähnt. Das eine davon verdankt der Verfasser Herrn Prof. Dr. W. Zeil, Berlin. Es stellt einen Nummuliten-Pararotalien-Kalk dar, der von der Straße N Tiefenthal-Kapelle, Blatt Roßhaupten/Allgäu, stammt (693—694a/57). Als Fundschicht gilt die Untere Bunte Molasse. Das Geröll wurde bereits von Hagn (1960, S. 178) erwähnt. Das andere Geröll sammelte Herr Prof. Dr. E. Kraus, früher München, auf (Schliffe 16a/51a—b). Sein Fundpunkt ist WNW Wertach, N „im Stocka" bei 995 m, Allgäu. Es wurde in einer altaquitanen Nagelfluh gefunden. Es handelt sich um einen Miliolidenkalk, der auch Glomalveolinen enthält (Hagn 1960, S. 178, Taf. 3, Bild 2—5). Sein Alter ist mindestens untereozän, wenn nicht paleozän.

Aus alledem geht hervor, daß es sich durchaus lohnt, den ältertertiären Geröllen in der Subalpinen Molasse und im Pleistozän nachzuspüren.

E. Folgerungen

Über Umlagerungsvorgänge in der Oberkreide und im Alttertiär wurde bereits von Hagn (1971) ausführlich berichtet, so daß hierzu nur noch einige Ergänzungen notwendig sind.

Es ist immer wieder überraschend, wieviele Mergelgerölle der höheren Oberkreide in den Alttertiärgeröllen der Subalpinen Molasse und des Pleistozäns auftreten. Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß der größte Teil der Oberen Gosau bald nach ihrer Ablagerung wieder erosiv entfernt worden ist. Dabei sind diese Erscheinungen nicht etwa auf das östliche Oberbayern beschränkt, sondern lassen sich auch im Allgäu nachweisen. So sammelte cand. geol. R. Ebel in den oberoligozänen Steigbach-Schichten (Falten-Molasse) des Grabenhäusels, Gemeinde Bühl, Allgäu, ein kalkalpines Paleozängeröll auf, das außerordentlich reich an umgelagerter Oberkreide ist (Schliff G 1379a/72).

Ein großer Teil der Oberen Gosau hat indes den kalkalpinen Raum gar nicht verlassen. Er ist in altteriären Konglomeraten (Oberaudorfer Schichten, Angerberg-Schichten) steckengeblieben. Daß auch die Mittlere Gosau gelegentlich umgelagert wurde, beweist ein Geröll aus den Angerberg-Schichten, das auf einer Studenten-Exkursion am 30. 10. 1971 ENE des Lucknerhofes (SSE Kössen in Tirol) aufgesammelt wurde. Inmitten einer alttertiären Faunengemeinschaft von Nummuliten, Discocyclinen und Fascioliten wurde ein größerer Rest einer *Radiolites*-Schale gefunden (Schliff G 1416a/72). Im übrigen berichtete auch H. A. Kollmann (1964, S. 108) von umgelagerter Oberkreide in Dan-Mergeln des Beckens von Gams (Österreich). Es ist auffallend, daß die aufgearbeiteten oberkretazischen Schichten überwiegend an ältertertiäre Sedimente gebunden sind (vgl. hierzu Zöbelein 1955, S. 343; Hagn in Schlager 1957, S. 71). Diese Erscheinung ist nur mit Krusten-

bewegungen zu erklären, welche an der Wende von Kreide zu Tertiär und / oder während des Paleozäns wirksam waren. Diese Bodenunruhen können nach einem gebräuchlichen Schema mit der Laramischen Phase in Beziehung gebracht werden.

Da in den untereozänen Geröllen zudem Paleozän-Geröllchen gefunden werden, drängt sich der Gedanke einer „Mehrfachumlagerung" auf. So ist die Vorstellung gar nicht so abwegig, daß die Geschichte der Alpen in alttertiärer Zeit viel besser in den Schottern des Alpenvorlandes als innerhalb der kalkalpinen Gebirge selbst — von Ausnahmen naturgemäß abgesehen — studiert werden kann. So manche unbekannte Fazies, vor allem der Schwellengebiete, schlummert heute in Form von Geröllen in den Randsenken. Nicht wenige Gerölle zeigen einen „exotischen" Charakter, weil ihre Äquivalente im alpinen Rückland nicht mehr anstehen. Als Beispiel sei ein Geröll eines paleozänen Operculinenkalks aufgeführt, das der Verfasser von seinem „Starsammler", Herrn Dr. E. Ott, erhielt. Es wurde S Aising (nahe Rosenheim) gefunden (Schliffe G 1346—1347a/70). Somit ist zu hoffen, daß eine jahrelange intensive Geröllsuche noch so manches aufschlußreiche Geröll bescheren wird.[3])

Die Erfahrung lehrt, daß einer Unzahl von kalkalpinen Geröllen des höheren Mittel- und Obereozäns nur verhältnismäßig wenige Sedimentreste des älteren Alttertiärs gegenüberstehen. Dies ist, wie schon angedeutet, auf die Laramische Phase zurückzuführen, doch ist auch der Einfluß der Illyrischen Phase (O. Kühn, Tollmann) nicht zu übersehen. Der zuletztgenannte „Paroxysmus" hinterließ seine Spuren im Mitteleozän (vgl. hierzu Hagn 1960, S. 182). Er ist wohl dafür verantwortlich zu machen, daß im höheren Mitteleozän weite Teile des alpinen Raums von einer Flachsee überflutet wurden. Die Laramische Phase hingegen bewirkte, daß die im Maastricht noch weitverbreitete pelagische Fazies der Nierentaler Schichten infolge einer allgemeinen Hebungstendenz im Laufe des Paleozäns immer mehr zurückgedrängt wurde. Diese Entwicklung führte schließlich zur Bildung von Fossilschuttkalken, also von Seichtwassersedimenten. Gleichzeitig setzte, vor allem in den Schwellengebieten, eine starke Erosion ein, welche durch zahlreiche Alttertiärgerölle in den Nördlichen Kalkalpen und in ihrem Vorland belegt ist.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß das Alttertiär der Alpen heute nur mehr zu einem sehr geringen Teil erhalten ist. Nimmt man die Umlagerung älterer Gesteine hinzu, so ist man zu der Aussage berechtigt, daß der Alpenkörper einen gewaltigen Torso darstellt, dem wichtige Glieder fehlen. Weniger respektvoll könnte man auch sagen, daß die Alpen dem Gebiß eines alten Mannes gleichen, dem schon die meisten Zähne ausgefallen sind. Fast alle Alveolen sind

[3]) In diesem Zusammenhang sei noch auf Merkwürdigkeiten in der Zusammensetzung von Konglomeraten des Alpenvorlandes hingewiesen. So enthält z. B. eine Nagelfluh, die oberburdigalen Mergeln der Subalpinen Molasse des Kaltenbach-Grabens bei Miesbach eingeschaltet ist, fast ausschließlich Flyschgerölle. Auch das Wörth-Konglomerat des Staffelsee-Gebietes bei Murnau (höheres Oligozän, Bunte Molasse) wird, abgesehen von mesozoischen Komponenten, von nur wenigen alttertiären Gesteinstypen aufgebaut. Manche Bänke bestehen vorwiegend aus hellen Lithothamnienkalken (Helvetikum ?), während lagenweise auch rotgesprenkelte Foraminiferenkalke und Gemengteile aus dem inneralpinen Alttertiär auftreten (vgl. hierzu Hagn & Zeil 1954). Es ist beabsichtigt, diese beiden Schüttungen in naher Zukunft eingehend zu würdigen.

leer, das Zahnbett wird hauptsächlich von Trias und etwas Jura gebildet. Die Goldzähne liegen heute im Alpenvorland.

Literaturverzeichnis

Beckmann, J.-P. & R. Beckmann: Calcareous Algae from the Cretaceous and Tertiary of Cuba. — Schweizer. Paläont. Abh., **85**, S. 1—48, Taf. 1—12, 2 Abb., Basel 1966.

Bignot, G. & C. Larsonneur: Étude du Crétacé supérieur au large du Cotentin et remarques sur les *Planorbulina* du Crétacé supérieur et du Paléocène. — Rev. Micropaléont., **12**, S. 25—39, Taf. 1—3, 7 Abb., 1 topogr. Skizze, 1 Tab., Paris 1969.

Gessner, D.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Inn und Walchsee (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit, 99 S., 1 geol. Karte 1 : 25 000, 1 Profiltaf., 16 Abb., 3 Tab., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. d. Univ., München 1961 (Ms.).

Hagn, H.: Zur Kenntnis der obersten Kreide am Nordfuß des Untersberges (Salzburger Alpen). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., S. 203—223, Stuttgart 1952.

Hagn, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — Geologica Bavarica, **44**, S. 1—208, Taf. 1—12, 10 Abb., 1 Tab., München 1960.

Hagn H.: Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Oberkreide und des Tertiärs in den östlichen Bayerischen Alpen und angrenzenden Gebieten (unter Mitwirkung von D. Herm, O. Hölzl, H. Lühr, F. Traub und H. Völk. Zeichnungen: D. Herm). — Paläont. Z., **35**, S. 146—170, 14 Abb., Stuttgart 1961 (Hagn et al.).

Hagn, H.: Über Gosau-Gerölle mit Großforaminiferen der höchsten Oberkreide aus der Subalpinen Molasse des bayerischen Alpenvorlandes. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, S. 17—32, Taf. 4, München 1971.

Hagn, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. — 2. Auflage, in Vorbereitung, München 1972 (Ms.).

Hagn, H. & P. Wellnhofer: Der Kressenberg — eine berühmte Fossillagerstätte des bayerischen Alpenvorlandes. — Jb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und -Tiere, **38**, S. 1—35, Taf. 1—4, 8 Abb., München 1972.

Hagn, H. & W. Zeil: Der Geröllbestand der jungkattischen Konglomerate im Staffelsee bei Murnau (Oberbayern) und seine Bedeutung für die Paläogeographie der subalpinen Molasse. — Geol. J., **69**, S. 537—598, Taf. 40—44, 1 Abb., Hannover 1954.

Hillebrandt, A. v.: Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen). — Z. deutsch. geol. Ges., **113**, S. 339—358, 7 Abb., Hannover 1962 (a).

Hillebrandt, A. v.: Das Paleozän und seine Foraminiferenfauna im Becken von Reichenhall und Salzburg. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., N. F., **108**, S. 1—182, Taf. 1—15, 12 Abb., München 1962 (b).

Kövecs, G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit, 113 S., 1 geol. Karte 1 : 25 000, 1 Profiltaf. 1 : 25 000, 72 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ., München 1964 (Ms.).

Kollmann, H. A.: Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). — Jb. Geol. B. A., **107**, S. 71—159, Taf. 1—4, 5 Abb., Wien 1964.

Küpper, K.: Stratigraphische Verbreitung der Foraminiferen in einem Profil aus dem Bekken von Gosau (Grenzgebiet Salzburg-Oberösterreich). — Jb. Geol. B. A., **99**, S. 273—320, Taf. 10—11, 1 Tab., Wien 1956.

Loeblich, A. R., Jr., & Tappan: Correlation of the Gulf and Atlantic Coastal Plain Paleocene and Lower Eocene Formations by Means of Planktonic Foraminifera. — J. Paleont., **31**, S. 1109—1137, 5 Abb., Tulsa/Oklah. 1957.

Mišík, M.: Microfacies of the Mesozoic and Tertiary Limestones of the West Carpathians. — S. 1—279, Taf. 1—101, 3 Abb., Verlag Slow. Akad. Wiss., Bratislava 1966.

Plöchinger, B.: Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich) (mit Beiträgen von G. Bardossy, R. Oberhauser und A. Papp). — Jb. Geol. B. A., **104**, S. 359—441, 1 geol. Karte 1 : 25 000 mit Prof. (Taf. 27), 19 Abb., 2 Tab., Wien 1961.

Reichel, M.: Remarques sur les Globigérines du Danien de Faxe (Danemark) et sur celles des couches de passage du Crétacé au Tertiaire dans la Scaglia de l'Apennin. — Eclogae Geol. Helv., **45**, S. 341—349, 4 Abb., Basel 1953.

Reiss, Z.: On the Upper Cretaceous and Lower Tertiary Microfaunas of Israel. — Bull. Res. Counc. Israel, **2**, S. 37—50, 1 Tab., Jerusalem 1952.

Scheibner, E.: Contribution to the Knowledge of the Palaeogene Reef-Complexes of the Myjava—Hričov—Haligovka Zone (West Carpathians.). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **8**, S. 67—97, Taf. 4—7, 14 Abb., 1 Tab., München 1968.

Schlager, M.: Bericht über geologische Arbeiten 1956. — Verh. Geol. B. A., S. 64—74, Wien 1957.

Traub, F.: Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. — Palaeontographica, **88**, A, S. 1—114, Taf. 1—8, 2 Abb., 2 Textbeil. mit 1 geol. Karte 1 : 25 000 und 3 Profilen, Stuttgart 1938.

Wicher, C. A. (mit einem Beitrag von F. Bettenstaedt): Die Gosau-Schichten im Becken von Gams (Österreich) und die Foraminiferengliederung der höheren Oberkreide in der Tethys. — Paläont. Z., **30**, Sonderheft, S. 87—136, Taf. 12—13, 7 Abb., Hannover 1956.

Wright, C. A. & J. W. Murray: Comparisons of modern and palaeogene foraminiferid distributions and their environmental implications. — Mém. B. R. G. M., **79**, S. 87 bis 96, 5 Abb., 1 Tab., Paris 1972.

Zöbelein, H. K.: Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpinen Molasse (Angerbergerschichten) des Tiroler Unterinntales (Vorläufige Mitteilung). Mikropaläontologische Befunde von Manfred Reichel, Basel. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., S. 342—348, Stuttgart 1955.

Tafelerläuterungen

Tafel 7

Fig. 1—3: Blaue Wand S Traunstein, Subalpine Molasse. Kalkalpines Paleozän. Alle Vergrößerungen x 32,5.

1: Miliolidenkalk mit Fossilschutt, vorwiegend von Corallinaceen. Die Milioliden verteilen sich auf die Gattungen *Triloculina* (z. B. links oben) und *Quinqueloculina*. Schliff G 1395 a/72.

2: *Distichoplax biserialis* (Dietrich), nicht ganz zentrierter Querschnitt. In der teilweise krümeligen Grundmasse liegen Bruchstücke von Corallinaceen. Schliff 1394 a/72.

3: *Distichoplax biserialis* (Dietrich). Schräger Medianschnitt durch den zweischichtigen Thallus. Schliff G 1396 a/72.

Tafel 8

Fig. 1—3: München-Haar, jungpleistozäne Schotter. Kalkalpines Untereozän.

1: Fossilschuttkalk mit *Fasciolites ruetimeyeri* (Hottinger) (links unten), mit gigantosphärischen Nummuliten (Bildmitte) und einer Verwachsungsgemeinschaft zwischen Corallinaceen und *Gypsina ogormani* (Douv.) (rechts oben) Vergr. x 15,5. Schliff G 1405 a/72.

2: Verwachsungsgemeinschaft zwischen *Gypsina ogormani* (Douv.) (Bildmitte) und Corallinaceen (dunkel, unten). Vergr. x 32,5. Schliff G 1405 a/72.

3: Grenze eines Oberkreide-Gerölls (rechts) mit Globotruncanen gegen einen randlich getroffenen Nummuliten (links, hyalin). Vergr. x 32,5. Schliff G 1404 a/72.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 125—135 München, 15. 12. 1972

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 7. Über die Einregelung der Fossilien

Von Reinhard Herold und Abdel Hamid Ibrahim[1])

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

Zusammenfassung

Von etwa 400 Wirbeltierknochen und Astfragmenten aus der Fossilfundstelle Sandelzhausen (Niederbayern) wird die Orientierung der Längsachsen in Lagekugeldiagrammen und Streichrichtungsrosen dargestellt. Nach dem Signifikanztest lassen sich die Maxima in den Streichrichtungsrosen als zufällige Häufungen von Achsenrichtungen deuten. Während die Knochenreste regellos in allen Streichrichtungen im Sediment liegen, sind die Astfragmente bevorzugt nach NNE-SSW ausgerichtet. Die Richtungsverteilungen der Fossilachsen werden durch Parameter gekennzeichnet, die genetisch gedeutet werden: Die mittlere Streichrichtung aller Fossilachsen weist auf einen NNE-SSW verlaufenden Abschnitt einer Flußrinne hin, die unterschiedliche Neigung der Fossilachsen läßt auf postsedimentäre Deformation der Ablagerungen schließen.

Summary

The orientation of the long axes of about 400 vertebrate bones and branch fragments in the fossil locality of Sandelzhausen (Lower Bavaria) are represented in point diagrams and rose diagrams. Significance tests show that the maxima in the rose diagrams can be caused by random cumulative fluctuations. Whereas the bones are scattered in all directions, the branch fragments are preferably aligned to NNE-SSW. The direction distributions of fossil axes are characterized by parameters, which are interpreted genetically: the mean strike direction of all fossil axes seem to indicate a NNE or SSW course of a river channel; the different inclination of the axes can be referred to postsedimentary deformation of the deposits.

Einleitung

Durch die Grabungsarbeiten an der Fossilfundstelle Sandelzhausen liegen über die Orientierung der Fossilien zahlreiche Meßdaten vor. Ziel der statistischen Analyse der Fossil-Einregelung ist es, zusammen mit paläontologischen, ökologischen und

[1]) Dipl.-Geol. Dr. R. Herold, Institut für allgemeine und angewandte Geologie der Universität, 8 München 2, Luisenstr. 37. Dipl.-Geol. A. H. Ibrahim, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

sedimentologischen Untersuchungen das Ablagerungsmilieu und die geologischen Vorgänge zu erforschen, die zur Entstehung der Fossil-Lagerstätte geführt haben.

Nach einer ersten Auswertung der Daten mit den herkömmlichen graphischen Methoden der Gefügestatistik ergab sich die Schwierigkeit, daß sich die Häufigkeitsmaxima in den Richtungsverteilungen nicht eindeutig beurteilen lassen: Einerseits kann man diese Maxima auf eine bevorzugte Einregelung der Achsen zurückführen, andererseits treten Maxima auch bei völlig regellos verteilten Achsenrichtungen infolge zufälliger Häufigkeitsschwankungen auf. Von einer bevorzugten Einregelung wird man erst dann sprechen, wenn das beobachtete Maximum so stark ausgeprägt ist, daß die Möglichkeit eines zufälligen Maximums ausgeschlossen werden kann. Für die genetische Interpretation muß daher die Qualität der Maxima durch ein exaktes mathematisch-statistisches Verfahren, den Signifikanztest, geprüft werden.

Zur vollständigen Beschreibung der statistischen Daten ist außerdem notwendig, die Richtungsverteilungen durch Parameter zu kennzeichnen. Die hier angewendeten mathematisch-statistischen Methoden sind in der Geologie und Paläontologie kaum bekannt; daher sollen sie am Beispiel der vorliegenden Meßwerte erläutert werden.

Datenerfassung

Vorliegende 397 Einregelungsdaten wurden von Herrn Dipl-Geol. Dr. H. Gall und Mitarbeitern in einem Planum von etwa 7 × 10 m und in einem Sedimentprofil von 1,5 m durchschnittlicher Mächtigkeit ermittelt. Bei der Freilegung der Fossilien wurden von allen deutlich axialen Objekten Streichen und Eintauchen der Längsachse gemessen. Form und Lage der Fossilien wurden in Schichtplänen, die über jedes Planquadrat von 1 × 1 m geführt wurden, im Maßstab 1:20 eingezeichnet (Fahlbusch et al. 1970). Neben den skizzierten Objekten wurden die Meßdaten ihrer Raumrichtung vermerkt.

Meßobjekte waren meist gerade Knochenstücke; teilweise waren sie einseitig oder an beiden Enden verdickt, wie Kiefernstücke oder Knochen mit Gelenkköpfen. Bei bogenförmigen Knochen, z. B. Rippen, wurde die Richtung der Verbindungsgeraden zwischen den Enden eingemessen. Bei gewinkelten Knochen wurden manchmal zwei Richtungen angegeben, ebenso bei Knochen, die auseinandergebrochen waren und deren Teilstücke verschiedene Orientierung aufwiesen. Die größten Objekte waren meterlange Astfragmente. Bei der Auswertung der Meßdaten muß also berücksichtigt werden, daß die gemessenen Objekte in Bezug auf Größe und Habitus sehr heterogen waren.

Methoden der graphischen Darstellung und statistischen Analyse

Zunächst wurden die Meßwerte nach ihrer Schichtzugehörigkeit aufgelistet. Die Raumrichtungen der Fossilachsen wurden dann in Lagekugeldiagrammen dargestellt, und zwar als flächentreue Projektion der Achsendurchstoßpunkte auf der unteren Lagenhalbkugel.

Bei der statistischen Analyse der Fossil-Einregelung wurden Streichen und Eintauchen der Achsen getrennt untersucht.

Die Streichrichtungsverteilungen sind als Streichrichtungsrosen in Polygondarstellung abgebildet, wobei die Häufigkeiten in den Richtungsintervallen 1—10°, 11—20°, .. 171—180° auf den Strahlen 10°/190°[2]), 20°/200,° ... 180°/0° abgetragen sind. Der Maßstab ist in der Weise festgelegt, daß der Radius des Umfassungskreises der Besetzungszahl des Hauptmaximums entspricht.

Um in den Streichrichtungsrosen signifikante Maxima von möglicherweise zufallsbedingten Maxima zu unterscheiden, führt man den Signifikanztest durch. Dazu nimmt man an, daß alle Maxima nur zufällig vorhanden sind, und daß die Achsen willkürlich in jeder beliebigen Streichrichtung auftreten können. Die beobachteten Maxima werden nun nach der Wahrscheinlichkeit bewertet, mit der die Maximalhäufigkeiten in einer statistisch gleichmäßigen Richtungsverteilung zu erwarten sind. Als Kriterium für ein signifikantes, d. h. nicht zufälliges Maximum wird hier ein Erwartungswert E von weniger als 0,01 angesehen; er entspricht einer Zufalls- oder Irrtumswahrscheinlichkeit von $w < 1\ \%$.

Das Verfahren zur Berechnung des Erwartungswertes soll hier an einem Beispiel vorgeführt werden:

Die Wahrscheinlichkeitsrechnungen gehen von der Formel für die Binominalverteilung aus:

$$p(h) = \binom{N}{h} \cdot p^h \cdot (1-p)^{N-h}$$

Darin bedeuten: p(h) die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses, daß h Achsen in bestimmten Richtungsklassen auftreten, h die Häufigkeit innerhalb dieser Richtungsklassen, $\binom{N}{h}$ der Binominalkoeffizient und p die angenommene Wahrscheinlichkeit, mit der eine Achse in eine der betrachteten Richtungsklassen fällt; bei gleichmäßigen Richtungsverteilungen ist $p = \frac{m}{k}$, wobei m die Anzahl der Richtungsklassen, die das Maximum umfaßt, und k die Gesamtzahl der Klassen einer Richtungsverteilung bezeichnet.

Die Binominalverteilungen wurden mit einem elektronischen Tischrechner auf 8 Dezimalstellen ausgerechnet. Die Rechenarbeit mit 8 Dezimalstellen war notwendig, um dem Effekt der Fehlerfortpflanzung entgegenzuwirken und um so ein auf 5 Dezimalstellen genaues Ergebnis zu erhalten.

Beispielsweise ist die Gesamtzahl der Meßdaten von Schicht C 88, die Richtungsrose (Abb. 2) ist in 18 Klassen unterteilt und das Maximum bei 0°/180° beschränkt sich auf nur eine Richtungsklasse; also sind $N = 88$, $k = 18$, $m = 1$, $p = \frac{m}{k} \quad \frac{11}{18}$.

Die Binominalverteilung lautet dann: $p(h) \quad \binom{88}{h} \cdot \binom{1}{18}^h \cdot \binom{17}{18}^{88-h}$.

Zunächst wird die Wahrscheinlichkeit für den Fall bestimmt, daß keine Achse in die betrachtete Richtungsklasse fällt: bei $h = 0$ wird $p(0) = \binom{17}{18}^{88}$. Da der Tischredner nicht potenzieren kann, wird dieser Ausdruck in Faktoren zerlegt: $\binom{17}{18}^{88} = \binom{17}{18}^{8} \cdot \binom{17}{18}^{16} \cdot \binom{17}{18}^{64}$; die Faktoren können ihrerseits durch fortlaufende Multiplikationen berechnet werden:

$$\binom{17}{18} \cdot \binom{17}{18} = \binom{17}{18}^2 \; ; \quad \binom{17}{18}^2 \cdot \binom{17}{18}^2 = \binom{17}{18}^4 \quad \text{usw.}$$

Für $p(0) = \binom{17}{18}^{88}$ errechnet sich ein Wert von aufgerundet 0,0065.

Die Wahrscheinlichkeiten für die Ereignisse $h = 1$, $h = 2$ usw. können mit der Rekursionsformel (Storm 1965) $p(h+1) = p(h) \cdot \frac{N-h}{h+1} \cdot \frac{p}{1-p}$ nacheinander abgeleitet werden:

$p(1) = p(0) \cdot \frac{88}{1} \cdot \frac{1}{17}$; $p(2) = p(1) \cdot \frac{87}{2} \cdot \frac{1}{17}$; $p(3) = p(2) \cdot \frac{86}{3} \cdot \frac{1}{17}$ usw.

So erhält man für die verschiedenen Besetzungshäufigkeiten h die Wahrscheinlichkeiten

[2]) „10°/190°" bezeichnet die Richtung 10° und die Gegenrichtung 190° von Achsen.

p(h) und die Verteilungsfunktion P(h) der Binominalverteilung, sowie die Verteilungsfunktion des komplementären Ereignisses 1—P(h) :

h	p (h)	$P(h) = \sum_{i=0}^{h} p(i)$	$1-P(h) = \sum_{i=h+1}^{88} p(i)$
0	0,00654	0,00654	0,99346
1	0,03385	0,04039	0,95961
2	0,08662	0,12701	0,87299
.	.	.	.
.	.	.	.
11	0,00611	0,99655	0,00345
12	0,00231	0,99886	0,00114
13	0,00079	0,99965	0,00035
.	.	.	.
.	.	.	.

Das Maximum in Richtung 0°/180° von Schicht C enthält 13 Fossilachsen. Aus der Verteilungsfunktion P(h) in der dritten Tabellenspalte kann man für h = 12 entnehmen, daß eine Besetzungszahl von 0 bis 12 mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,886 % in einer bestimmten Richtungsklasse zu erwarten ist. Die Wahrscheinlichkeit für ein Maximum mit 13 oder mehr als 13 Achsen beträgt demnach 1 — P(12) = 0,114 %. Da a priori nicht festgelegt war, in welcher von 18 Richtungsklassen das Maximum beobachtet wird, muß dieser Wahrscheinlichkeitswert mit dem Faktor 18 korrigiert werden. Die relative Häufigkeit, mit der dieses Maximum innerhalb einer gleichmäßigen Richtungsverteilung erwartet werden kann, beträgt dann E = 18 (1—P[12]) = 2,05 % oder 0,0205; d. h. in 100 Richtungsverteilungen mit jeweils 88 Achsen wird dieses Maximum etwa zweimal auftreten, selbst wenn keine bevorzugte Einregelungsrichtung vorliegt. Das Maximum erfüllt demnach nicht die Voraussetzung w bzw. E $<$ 0,01, um als signifikant beurteilt zu werden.

Die statistischen Parameter der Streichrichtungsverteilungen werden vektoriell bestimmt (Marsal 1967, Mundry 1969), indem man zu jeder Streichrichtung α_i die Winkelfunktionen sin $2\alpha_i$ und cos $2\alpha_i$ ermittelt. Mittlere Streichrichtung $\bar{\alpha}$, der beste Schätzwert für die bevorzugte Richtung innerhalb einer unimodalen Richtungsverteilung, und Vektorstärke $\bar{R}$, ein Maß für die Streuung der Streichrichtungen, werden wie folgt berechnet:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \sin 2\alpha_i \; ; \qquad \bar{y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \cos 2\alpha_i \; ;$$

$$\operatorname{tg} 2\bar{\alpha} = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \; ; \qquad \bar{R} = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2} \; ;$$

Als Parameter für die Streuung der Neigungswinkel wird die Standardabweichung s_β berechnet, wobei von der Neigung $\beta = 0°$ als Zentralwert ausgegangen wird:

$$s_\beta = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \beta_i^2} \; ;$$

Die von Schicht zu Schicht wechselnde Streuung der Neigungswinkel wird nach dem Snedecor-F-Test (Marsal 1967) varianzanalytisch untersucht.

Beschreibung der statistischen Daten

Die Lagekugeldiagramme von Abb. 1 geben einen Überblick über die Raumrichtungen der axialen Fossilstücke in den einzelnen Fundschichten. Dargestellt sind sämtliche eingemessenen Längsachsen (397 Lineare), wobei alle fossilen Objekte, ohne auf Unterschiede in Größe und Form zu achten, als gleichwertig betrachtet werden.

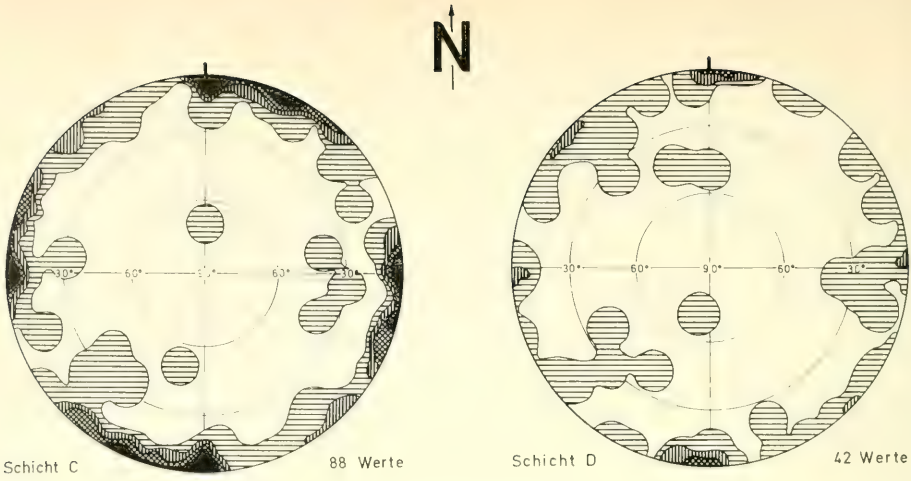
Entsprechend der vorherrschenden Horizontallage der Fossilien häufen sich die Projektionen der Achsenpunkte am Rand der Diagramme. Vergleicht man die relativen Besetzungsdichten der Diagramme miteinander, so läßt sich in Schicht A und Schicht C eine straffere Horizontaleinregelung feststellen als in den Schichten B_1, B_2 und D. Einige Fossilien steckten mit ihren Längsachsen steil bis saiger im Sediment. Eine Abhängigkeit der Neigung zum Streichen der Fossilachsen ist nicht erkennbar.

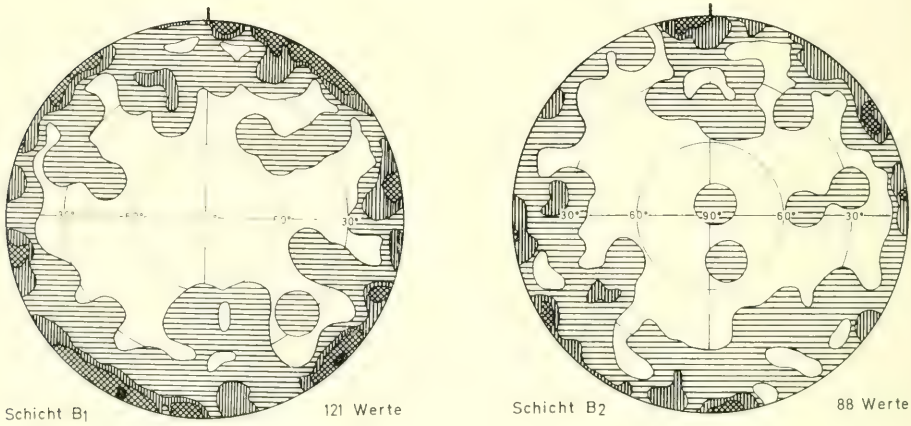
Die Streichrichtungsverteilungen der Fossilachsen weisen mehr oder weniger ausgeprägte Maxima und Minima teils in radialer, teils in bilateraler Symmetrie auf (Abb. 2 und Tab. 1). Die Signifikanz der Maxima wird nach dem Erwartungswert E beurteilt, mit der die beobachteten Maximalhäufigkeiten unter der Annahme einer völlig regellosen Achsenlage erwartet werden können (Tab. 2, letzte Spalte): Je deutlicher ein Maximum in Erscheinung tritt, umso kleiner ist sein Erwartungswert. In Tab. 2 sind sowohl Maxima, die nur innerhalb einer Richtungsklasse auftreten, als auch Maxima, die mehrere Richtungsklassen umfassen, aufgeführt.

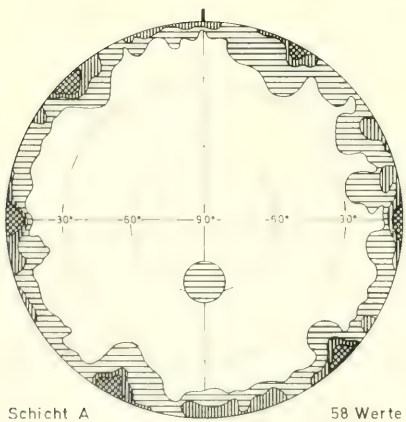
Keines der Diagramme enthält ein Maximum, dessen Erwartungswert das Signifikanzniveau von 0,01 unterschreitet. Folglich ist statistisch nicht gesichert, daß die Maxima eine bevorzugte Einregelung anzeigen. Bei kleinen Erwartungswerten ($0{,}01 < E < 0{,}05$) besteht noch die Hoffnung, daß das Signifikanzniveau durch eine größere Anzahl Meßdaten erreicht werden kann.

Im Gegensatz zu den Knochenstücken zeigen die 19 eingemessenen Astfragmente eine ausgeprägte Einsteuerung und zwar im Winkelbereich zwischen N—S (355°/175°) und ENE-WSW (60°/240°). Wegen der geringen Zahl an Meßdaten muß beim Signifikanztest sorgfältig darauf geachtet werden, daß die Meßwerte untereinander unabhängig sind. Bei Überprüfung der Angaben in den Schichtplänen zeigte es sich, daß einige der meterlangen Astfragmente doppelt gemessen worden waren; andere Astfragmente lagen parallel nebeneinander, so daß sie sich bei der Ablagerung in ihrer Orientierung gegenseitig beeinflußt haben konnten. Nach Auslese aller abhängigen Meßdaten verbleiben noch 13 Werte; 6 davon treten in Schicht C ausschließlich in den Richtungsklassen 0° bis 40° auf. Auf Grund der straffen Ausrichtung der Asttücke in Schicht C ergibt sich trotz ihrer geringen Zahl ein Erwartungswert von nur 0,008; die Einregelung muß daher als signifikant bewertet werden. Die mittlere Einsteuerungsrichtung liegt hierbei mit 99%iger statistischer Sicherheit zwischen den Grenzen 344°/164° und 53°/233°.

Da den einzelnen Maxima in den Streichrichtungsdiagrammen keine Bedeutung beigemessen werden kann, lassen sich die Richtungsverteilungen besser an Hand ihrer statistischen Parameter, Vektormittel $\bar{\alpha}$ und Vektorstärke $\bar{R}$, vergleichen (Tab. 3). Für die einzelnen Schichten liegen die Mittel zwischen 330°/150° (Schicht A) und 40°/220° (Schicht B_2). Für sämtliche 397 Fossilachsen errechnet sich eine mittlere Einregelung in Richtung 20°/200°, also in Richtung NNE-SSW. Die Vektorstärke kennzeichnet die Streuung der Richtungswerte: Eine Vektorstär-







Signatur	Absolute Besetzungsdichte	Relative Besetzungsdichte in Prozent, Schicht A	B1	B2	C	D
	0	< 2	< 1	< 1	< 1	< 2
	1-2	2 - 5	1 - 2	1 - 3	1 - 3	2 - 7
	3-4	5 - 9	2 - 4	3 - 6	3 - 6	7 -12
	5-7	9 -14	4 - 7	6 - 9	6 - 9	12 -19
	> 7		> 7		> 9	

Abb. 1: Lagekugeldiagramme der Fossil-Längsachsen (Projektion der unteren Lagekugel)

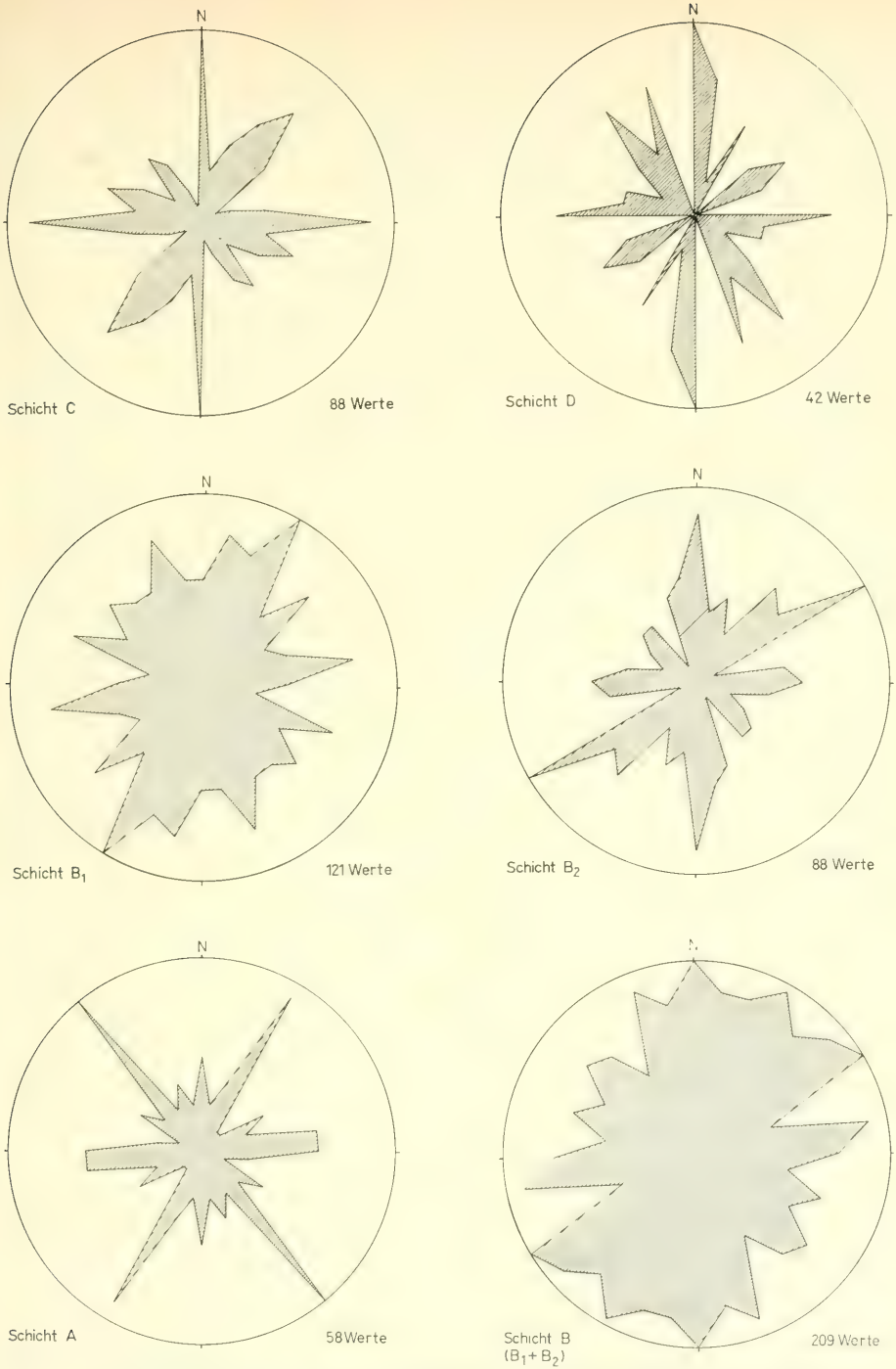


Abb. 2: Streichrichtungsrosen der Fossil-Längsachsen (Maximalhäufigkeit in A: 9, B_1: 12, B_2: 12, C: 13, D: 6, B_1 + B_2: 16)

ke nahe bei 1 zeigt an, daß die Achsen nahezu in gleiche Richtung weisen; eine Vektorstärke in der Nähe von 0 bedeutet, daß die Achsen fast gleichmäßig in allen Richtungen auftreten. Die starke Streuung der Achsenrichtungen drückt sich in den geringen Vektorstärken (zwischen 0,05 und 0,16) aus.

Tab. 1: Streichrichtungsverteilungen der Fossilachsen
beobachtete Häufigkeit
(in Klammern: Häufigkeit der Astfragmente)

Richtungsklasse	Schicht A	B_1	B_2	C	D	B_1+B_2	$A+B_1+B_2+C+D$
0°/180°	4	6	10	13 (2)	6	16	39 (2)
10°/190°	2	9	4 (1)	3 (1)	4	13 (1)	22 (2)
20°/200°	3	8	5	5 (1)	1	13	22 (1)
30°/210°	8	12	3	7	3	15	33
40°/220°	1	5	7 (1)	9 (2)	0	12 (1)	22 (3)
50°/230°	1	8	6	5	2	14	22
60°/240°	3 (1)	4	12 (2)	1	3	16 (2)	23 (3)
70°/250°	2	5	1	2	2	6	12
80°/260°	5	9	5	4	0	14	23
90°/270°	5	5	6	11	4	11	31
100°/280°	2	3 (1)	4	4	2	7 (1)	15 (1)
110°/290°	1	8	2	6	2	10	19
120°/300°	3	5 (1)	3	4	1	8 (1)	16 (1)
130°/310°	2	7	4	2	2	11	17
140°/320°	9	6	4	5	4	10	28
150°/330°	2	6	1	4	2	7	15
160°/340°	3	9	5	2	4	14	23
170°/350°	2	6	6	1	0	12	15
Häufigkeitssumme N	58 (1)	121 (2)	88 (4)	88 (6)	42	209 (6)	397 (13)

Tab. 2: Merkmale der Maxima in den Streichrichtungsverteilungen

	S	N	M	m	$N \cdot \frac{m}{k}$	h	E
Knochen- und Pflanzenreste	A	58	140°	1	3,2	9	0,08
	B_1	121	30°	1	6,7	12	0,56
	B_2	88	60°	1	4,9	12	0,06
	B_2	88	340°— 0°	3	14,4	21	0,94
	B_2	88	40°—60°	3	14,7	25	0,07
	B_2	88	340°—60°	9	44,0	58	0,04
	C	88	0°	1	4,9	13	0,02
	D	42	0°	1	2,3	6	0,50
	D	42	0°—10°	2	4,7	10	0,12
	B_1+B_2	209	340°—60°	9	104,5	125	0,05
Pflanzenreste	B_2	4	10°—60°	6	1,3	4	0,22
	C	6	0°—40°	5	1,7	6	0,008(!)
	$A+B_1+B_2+C$	13	0°—60°	7	5,1	11	0,018

S = Schicht, N = Anzahl der Meßdaten, M = Richtungsklasse bzw. -intervall des Maximums, m = Klassenumfang des Maximums, $N \cdot \frac{m}{k}$ = mittlere Häufigkeit, h = beobachtete Maximalhäufigkeit, E = Erwartungswert der Maximalhäufigkeit.

Tab. 3 Parameter der Richtungsverteilungen

Schicht	Anzahl der Meßdaten N	Vektormittel d. Streichrichtungen $\overline{\alpha}$	Vektorstärke d. Streichrichtungen $\overline{R}$	Standardabweichung d. Neigungswinkels s_β
A	58	331°/151°	0,05	11°
B_1	121	16°/196°	0,10	20°
B_2	88	38°/218°	0,16	24°
C	88	35°/215°	0,09	15°
D	42	345°/165°	0,13	21°
B_1+B_2	209	27°/207°	0,11	22°
$A+B_1+B_2+C+D$	397	21°/201°	0,08	19°

Zur statistischen Beschreibung der Achsenneigungen hat die maximale Auslenkung der Fossilachsen aus der Horizontallage nur geringe Bedeutung, da Extremwerte in Verteilungen vom Zufall abhängen. Besser wird die Streuung der Neigungswinkel durch den Parameter der Standardabweichung s_β gekennzeichnet, wobei von der Neigung 0° als Mittelwert ausgegangen wird. Vergleicht man die Standardabweichungen der Achsenneigungen miteinander, so lassen sich nach dem Snedecor-F-Test Schichten mit großer Streuung der Neigungswinkel (Schicht B_1: 20°, B_2: 24°, D: 21°) und Schichten mit geringer Streuung (Schicht A: 11°, C: 15°), d. h. mit besserer Horizontaleinregelung, unterscheiden. Nach der Gaussschen Normalverteilung müßten 68 % der Achsen Eintauchwinkel zwischen 0° und dem Winkelbetrag der Standardabweichung besitzen; in den vorliegenden Richtungsverteilungen sind es im Durchschnitt etwa 75 %. Dieser Befund läßt sich damit erklären, daß in den Verteilungen der Achsenneigungen Extremwerte ($\beta > 30°$) und Zentralwerte ($\beta = 0°$) häufiger auftreten, als nach der Gaussschen Normalverteilung zu erwarten sind.

Interpretation der Meßergebnisse

Nach den Befunden der statistischen Analyse lassen sich die Merkmale der Achsenrichtungsverteilungen teils auf eine Einregelung der Fossil-Längsachsen in bevorzugten Richtungen zurückführen, teils können sie durch Zufall entstanden sein. Gefügestatistische Merkmale dürfen nur dann geologisch interpretiert werden, wenn man ausschließen kann, daß diese Merkmale rein zufällig sind. Somit läßt sich nur die Ausrichtung der Astfragmente in Schicht C zu einer genetischen Deutung verwenden: Die straffe Regelung läßt sich in der Weise erklären, daß die Pflanzenreste parallel zur Uferlinie oder zum Stromstrich eines ehemaligen Flußlaufes eingebettet wurden; es bleibt aber noch offen, ob die Strömung in nördlicher bis nordöstlicher Richtung, oder in südlicher bis südwestlicher Richtung verlief.

Bemerkenswerterweise herrscht in sämtlichen Richtungsverteilungen eine N-S-Einregelung der Längsachsen gegenüber einer Einregelung in E-W-Richtung vor. Daher zeigen vermutlich auch die Vektormittel der Richtungsverteilungen in den einzelnen Schichten eine etwa N-S verlaufende Achse des ehemaligen Flußsystems an. Dieser Befund gilt jedoch nur für den abgegrabenen Bereich der Fossil-Lager-

stätte. Möglicherweise wird sich die Einregelungstendenz in den limnisch-fluviatilen Molasseablagerungen im Vertikalprofil wie auch lateral rasch ändern.

Das Fehlen einer bevorzugten Einregelung der Wirbeltierknochen läßt sich einmal darauf zurückführen, daß z. T. die Knochenreste vielleicht durch fleisch- oder aasfressende Tiere an den Einbettungsort verschleppt worden sind, wo sie rein zufällig jede beliebige Lage einnehmen konnten. Zum anderen wird die starke Streuung der Streichrichtungen dadurch verursacht worden sein, daß die Faunenreste unter verschiedenartigen Transportbedingungen und Strömungsverhältnissen abgelagert wurden. Tierleichen oder Teile davon könnten im Wasser schwimmend oder schwebend antransportiert worden sein; sie sanken dann in den Bodenschlamm ein, strandeten an seichteren Stellen oder verfingen sich in der Vegetation. Unter diesen Bedingungen ist eine andere Einregelung zu erwarten als bei rollendem Transport von Knochen an der Flußsohle. Auch ist nicht bekannt, wie Knochenstücke bei der Sedimentation orientiert werden. Von axialen Geröllen z. B. weiß man, daß sie einmal longitudinal, das andere Mal transversal zur Strömungsrichtung abgelagert werden (Füchtbauer & Müller 1970). Demgegenüber zeigt Rothausen (1970), daß langgestreckte Einlagerungen in Sedimenten in zwei Maxima zu beiden Seiten der Hauptstromrichtung, also mehr diagonal, eingesteuert sind. Ferner dürften sich Knochen je nach Form und Größe verschieden einregeln; beispielsweise werden sich bogenförmige Rippenknochen und gewinkelte Knochenstücke bei der Ablagerung in strömendem Medium vermutlich anders verhalten als zylindrische Röhrenknochen und Knochen mit Gelenkköpfen. Die Richtungswerte der Fossilachsen müßte deshalb nicht nur nach der Schichtzugehörigkeit, sondern auch nach Größe und Form der Fossilien differenziert untersucht werden; dazu ist jedoch die Anzahl der vorliegenden Meßdaten zu klein.

Die Fossil-Orientierung im Sediment ist auch durch postsedimentäre und diagenetische Veränderung des Sedimentgefüges bedingt. Nach der Ablagerung kann das noch nicht konsolidierte Sediment durch Fließ- und Gleitvorgänge verformt oder von größeren Tieren verwühlt worden sein. Zu Fließbewegungen kommt es vor allem dann, wenn frisch abgesetzte, stark wasserhaltige Tone und Schluffe von spezifisch schwererem Sand oder Kies überlagert werden; Dichteinversion, Porenwasserüberdruck, geringe Scherfestigkeit und Thixotropie-Verhalten des Schlammes führen leicht zum Zusammenbruch der labilen Schichtung. Auch eine Gasentwicklung an faulenden Organismenresten kann Fließvorgänge ausgelöst haben. Durch die genannten Vorgänge einer postsedimentären Deformation wird nicht nur eine ursprünglich vorhandene Einregelung nach der Strömungsrichtung verwischt, sondern auch die Horizontallage der länglichen Fossilreste gestört. Demnach weist die Auslenkung der Fossilachsen aus der Horizontalen auf eine Durchbewegung des Sedimentes hin.

Bei der Diagnese werden die Fossilstücke durch die Kompaktion des Sedimentes wieder etwas in Horizontallage gedreht. Die von Schicht zu Schicht wechselnde Streuung der Neigungswinkel wird daher nicht nur durch unterschiedlich intensive postsedimentäre Deformation, sondern auch durch unterschiedliche Verdichtbarkeit der Ablagerungen bedingt sein.

Über die Genese der Fossil-Lagerstätte können sicherlich noch weitere Aussagen gemacht werden, wenn das Datenmaterial von neueren Grabungsarbeiten ausgewertet und die Fossilorientierung in Zusammenhang mit Lagerungsverhältnissen und Sedimentfazies untersucht worden ist.

Fahlbusch, V. & Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdeckung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, München 1970.

Füchtbauer, H. & Müller, G.: Sedimentpetrologie Teil 2: Sedimente und Sedimentgesteine. — 726 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1970.

Marsal, D.: Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. — 152 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1967.

Mundry, E.: Mathematische Verfahren in der Geologie. Einsatz von Rechenautomaten. — In Bentz, A. & Martini, H. J.: Lehrbuch der Angewandten Geologie, 2. Bd., Tl. 2, Geowissenschaftliche Methoden, 1884—1944, Stuttgart (Ferd. Enke) 1969.

Potter, P. E. & Pettijohn, F. J.: Paleocurrent and basin analysis. — 296 S., Berlin-Göttingen-Heidelberg (Springer) 1963.

Rothausen, K.: Methodik und Ausdeutung von Einsteuerungsmessungen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **56**, 49—55, Wiesbaden 1970.

Storm, R.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. — 284 S., Leipzig (VEB Fachbuchverl.) 1965.

Taubenheim, J.: Statistische Auswertung geophysikalischer und meteorologischer Daten. — 386 S., Leipzig (Geest & Portig) 1969.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 12 | 137—141 | München, 15. 12. 1972

Fund eines Mastodonten-Skeletts (Proboscidea, Mammalia) in der Oberen Süßwassermolasse nahe Gweng bei Mühldorf am Inn

Von Norbert Schmidt-Kittler[1])

Mit 2 Abbildungen

Dank der Beobachtungsgabe eines Sportanglers, des Herrn Ing. H. Kretschmann aus München, und seiner umgehenden Meldung, war es der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München möglich, den außerordentlich seltenen Fund eines vollständigen Gomphotherien-Skeletts[2]) auszugraben. Die Bergung der im Innbett, und zwar weitgehend unter der Wasseroberfläche gelegenen Knochen brachte Schwierigkeiten mit sich, die nur durch einen entsprechend hohen personellen und technischen Aufwand bewältigt werden konnten. Er überstieg die Möglichkeiten, die der Bayerischen Staatssammlung hierfür zur Verfügung stehen. Deshalb sei dem Vorstand der Innwerke Töging und insbesondere Herrn Dipl.-Ing. H. Ahammer für die wirksame Unterstützung der Bergungsarbeiten durch Hilfskräfte und technische Mittel herzlich gedankt, ohne welche die Bergung nicht durchführbar gewesen wäre. Dank gebührt ebenfalls dem Leiter des Wasserwirtschaftsamtes Rosenheim, Herrn Oberbaudirektor A. Steinel, welcher bei einem Lokaltermin an der Fundstelle die Erlaubnis zu den erforderlichen Erdbewegungen am Flußufer erteilte.

Fundort und Geologie der Fundschicht

Die Fundstelle des Skeletts befand sich etwa 3 km SW Mühldorf am linken Innufer bei Flußkilometer 110,8 zwischen Kloster Ecksberg und Ebing, gegenüber Gweng. Die Knochenreste lagen am Fuß des an dieser Stelle etwa 40 m hohen Inn-Steilufers in einer Sandlinse des jungtertiären Flinzes (jüngere Serie der bayerischen Oberen Süßwassermolasse) im Bereich knapp über und unter dem Niedrigwasserspiegel des Inns. Zur Zeit der Entdeckung war nur der vorderste Bereich der Fundlage (in dem sich auch der Schädel befand) zugänglich, während der Hauptteil in einer ungefähr 4 m breiten, dem eigentlichen Steilufer vorgelagerten Terrasse verborgen war (vergl. Abb. 2). Das an der Terrasse aufgeschlossene Schichtpaket zeigte folgendes Profil:

[1]) Dr. N. Schmidt-Kittler, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

[2]) Obwohl nur für amerikanische Funde zutreffend, bürgerte sich auch für europäische Formen der Gattungsname *Mastodon* ein. Die korrekte Bezeichnung ist *Gomphotherium*.

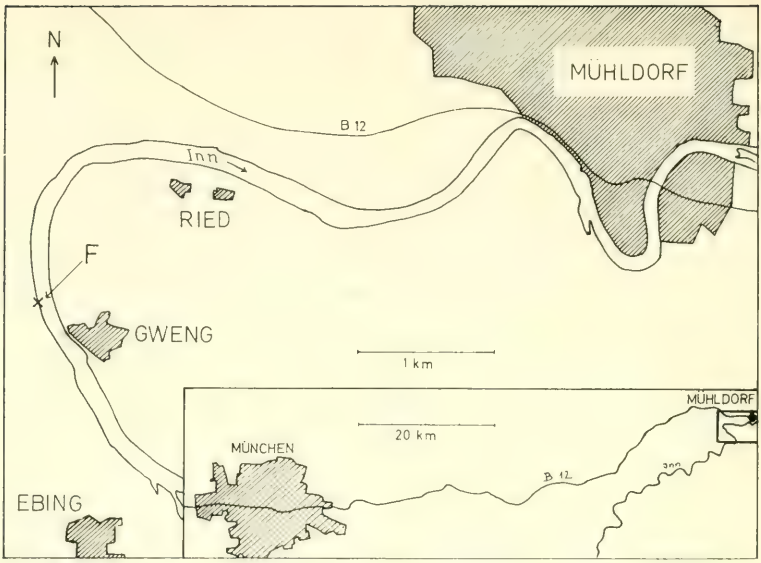


Abb. 1: Die geographische Lage des Fundpunktes des Mastodonten-Skeletts. F = Fundpunkt.

Hangendes: 60 cm kompakter grauer Mergel
160 cm grauer Feinsand
20—40 cm z. T. zu Kalksandstein verfestigter Feinsand
50 cm knochenführender grauer Sand (zur Hälfte bereits unter dem Niedrigwasserstand gelegen)
Liegendes: grauer, kompakter Mergel

Der Flinz wird von eiszeitlichen Schottern überlagert. Die Schichtgrenze bildet einen stark schüttenden Quellhorizont.

Verlauf und Ergebnis der Grabung

Bereits wenige Tage nach der Benachrichtigung durch Herrn KRETSCHMANN und einer vorausgehenden Besichtigung der Fundstelle begannen Mitarbeiter der Bayerischen Staatssammlung am 4. 10. 1971 mit der Bergung der exponiert gelegenen und ohne größeren technischen Aufwand zu gewinnenden Skelettreste. Die bald danach auftretenden, durch die Fundlage bedingten Komplikationen, sowie die Nähe des Winters ließen am 7. 10. die Einstellung der Bergungsarbeiten bis zum folgenden Frühjahr geraten erscheinen.

Im Verlauf dieser ersten Grabung konnten folgende Skelettreste gesichert werden: Der vollständige Unterkiefer mit Bezahnung, der Hinterhauptsbereich des Schädels mit den beiden M^3 und einem M^2, die ersten neun Wirbel sowie weitere sieben Wirbel aus dem Lendenbereich, beide Schulterblätter und Teile von sechs bis acht Rippen. An der Ausgrabung waren der techn. Hauptsekretär E. SCHMIEJA und

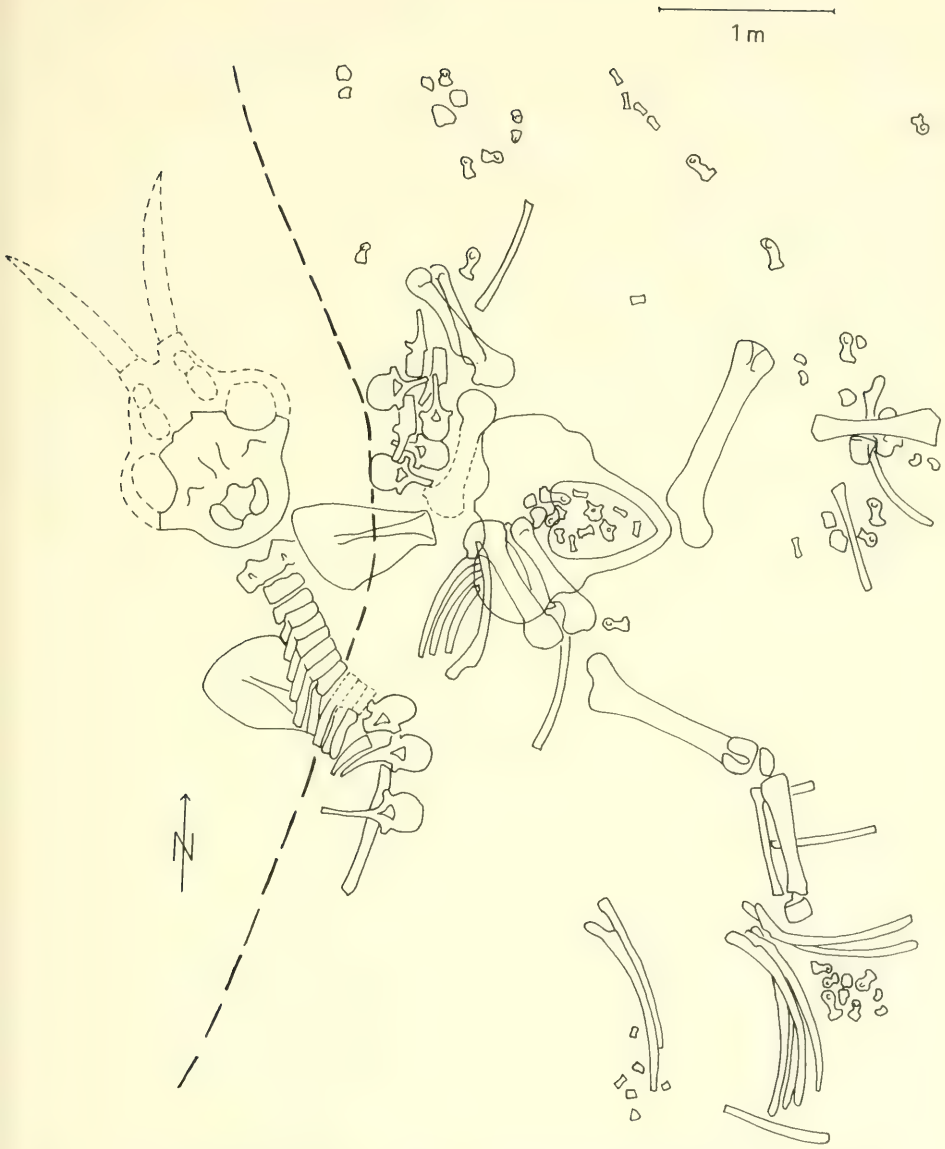


Abb. 2: Fundplan des Mastodonten-Skeletts. Die dick gestrichelte Linie markiert die anfängliche Grenze zwischen Innbett (links der gestrichelten Linie) und Uferböschung (rechts der gestrichelten Linie). Die durch den Inn bzw. Privatpersonen zerstörten Skelettelemente sind dünn gestrichelt. Die genaue Fundlage der oberen Backenzähne und des in mehreren Teilstücken ebenfalls erhaltenen Unterkiefers ist unbekannt.

der techn. Obersekretär H. Mertel sowie Herr L. Bimmer als technischer Mitarbeiter beteiligt. Als wissenschaftlicher Betreuer war Herr Dr. G. Schairer zugegen.

Nachdem die erste Bergungsaktion abgeschlossen war, stellten einzelne Privatpersonen die Erhaltung des wertvollen Fundes durch unsachgemäße und zerstörerische Wühlarbeiten an der Fundstelle zeitweilig ernstlich in Frage. Dieser Bedrohung konnte nur durch das Angießen eines Betonmantels an den zuvorderst gelegenen Teil der Fundstelle und durch das Einschalten der örtlich zuständigen Landpolizeiposten begegnet werden.

Vom 9. bis zum 20. März 1972 fand der zweite und zugleich der Hauptteil der Bergung statt, diesmal mit großzügiger Hilfe der Innwerke Töging. Weil das westliche Steilufer des Inns, an dessen Fuß sich die Fundstelle befand, einen direkten Antransport der nötigen Maschinen (Schmutzwasserpumpe, Diesel-Stromaggregat) und Werkzeuge, bzw. den Abtransport der zum Teil sehr großen und schweren Fossilien unmöglich machte, blieb nur die Lösung übrig, alle Transporte vom Ostufer aus auf dem Wasserweg mit Hilfe einer Zille zu bewerkstelligen. Zur Freilegung des Fundareals mußten zunächst rund 40 cbm Sediment abgeräumt werden. Die Bergungsarbeit wurde vor allem dadurch erschwert, daß trotz Niedrigwasserstands die tiefer gelegenen Skelettreste immer noch 20 cm unter dem Wasserspiegel des Inns lagen. Ungeachtet des generell guten Erhaltungszustands mußten die Großknochen vor dem Abtransport mit Gipsmänteln umgeben werden. Die Knochen wurden während des Freilegens in ihrer Lage und gegebenenfalls auch in ihrer Orientierung im Sediment registriert.

Während dieser zweiten Grabung konnten der restliche Teil der Wirbelsäule und der Rippen, ebenso das Becken und die Extremitäten sichergestellt werden. Wie im vorangegangenen Jahr waren die Herren E. Schmieja und H. Mertel beteiligt. Die wissenschaftliche Betreuung hatten Dr. P. Wellnhofer und der Verfasser des Berichts. Außerdem wirkten Arbeiter der Innwerke Töging und Studenten der Universität München mit.

Da insbesondere die kleinen Knochen der Extremitäten stark mit Sediment verbacken sind und ihre Säuberung nur im Zuge der Präparation geschehen kann, lassen sich gegenwärtig noch nicht alle Skelettelemente eindeutig identifizieren. Dennoch ergab eine erste Sichtung des Fundguts die weitgehende Vollständigkeit des Skeletts. Es fehlen der Fazialteil des Schädels mit den oberen Stoßzähnen, die bereits vor der Entdeckung vom Inn zerstört bzw. fortgetragen wurden. Ebenso muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß der eine oder andere Kleinknochen aus dem Extremitätenskelett vom Inn verschwemmt worden ist. Ebenfalls auf der Verlustseite sind diejenigen Skelettelemente zu verzeichnen, die bei den bereits erwähnten Räubereien von Privatpersonen zerstört wurden. Dies gilt für den größten Teil des rechten und das Oberende des linken Oberarms, für die beiden Gelenkpfannen der Schulterblätter und für Teile von Rippen und Wirbeln.

Lage des Skeletts

Die in Abb. 2 wiedergegebene Fundlage zeigt eine weitgehende Chaotisierung des ursprünglichen Skelettverbandes, die nur gelegentlich den anfänglichen Zusammenhang erkennen läßt (z. B. linke Hinterextremität). Von Bedeutung ist, daß die linken Extremitäten an der Basis der Fundschicht, die rechten dagegen rund

30—40 cm darüber lagen. Insgesamt führt die Fundsituation zu der Annahme, daß das Tier an Ort und Stelle verendete oder noch als unzersetzter Kadaver angeschwemmt wurde, wobei es auf die linke Körperseite zu liegen kam. Die weitgehend disartikulierte, jedoch nur eine relativ kleine Fläche bedeckende Verteilung der Knochen dürfte auf eine Zerstreuung durch die Wasserbewegung während der Einbettung zurückzuführen sein. Anzeichen für Strömungseinregelung ergaben sich allerdings nicht.

Zur Bedeutung des Fundes

Während Zähne und Kieferreste jungtertiärer Elefantenverwandter aus der Oberen Süßwassermolasse Bayerns immer wieder bekannt werden, stellt der Fund eines vollständigen Skeletts nicht nur für Süddeutschland, sondern weit darüber hinaus und für die Säugetierpaläontologie überhaupt, eine große Seltenheit dar. Die von dem Tier erhaltenen Zähne erlauben trotz der fortgeschrittenen Usur bzw. teilweisen Zerstörung der zweiten Molaren eine Zuordnung zu der trilophodonten Proboscideer-Gattung *Gomphotherium*. Größenmäßige und morphologische Vergleiche mit bekannten Einzelfunden Bayerns lassen das Tier als Angehörigen der jüngeren Serie der Oberen Süßwassermolasse (vgl. Dehm 1955) erkennen, die dem höheren Sarmat und zu einem Teil noch dem tiefsten Unterpliozän entspricht. Es handelt sich um eine gegenüber dem *Gomphotherium angustidens subtapiroides* der älteren und mittleren Serie deutlich unterschiedene Form, welche bereits von Massenhausen und aus Funden von München (Stromer 1928, Taf. 3, Fig. 6) bekannt ist. Sie kann am ehesten mit der von Klähn (1931) als *Trilophodon angustidens steinheimensis* beschriebenen Form aus Steinheim am Albuch verglichen werden.

Durch einen ebenfalls glücklichen Fund eines nahezu vollständigen Proboscideer-Skeletts aus der älteren Serie der Oberen Süßwassermolasse (Wellnhofer 1969), das dem kleineren *Gomphotherium angustidens subtapiroides* zuzuordnen ist, ergibt sich erstmals die vielversprechende Möglichkeit, zwei verwandtschaftlich eng benachbarte Formen auch durch den Skelettvergleich zu studieren.

Literatur

Dehm, R.: Die Säugetierfaunen der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erläut. Geol. Übersichtsk. der Süddeutschen Molasse. Bayer. Geol. L. A. München, 81—88, München 1955.

Klähn, H.: Die Mastodonten des Sarmatikum von Steinheim a. Alb. — Palaeontogr. Suppl. Bd. **8**, (7), 1—36, 4 Taf., 21 Abb., Stuttgart 1931.

Stromer, E.: Wirbeltiere im obermiozänen Flinz Münchens. — Abh. Bayer. Akad. Wiss. math. nat. Kl. **32**, 1—71, 3 Taf., 3 Abb., München 1928.

Wellnhofer, P.: Ein neu aufgefundenes *Mastodon*-Skelett aus der Oberen Süßwassermolasse von Reisensburg bei Günzburg a. d. Donau. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **9**, 215—220, 3 Abb., München 1969.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 12 143—147 München, 15. 12. 1972

Eine Wirbeltierfauna des Riß/Würm-Interglazials von Erkenbrechtsweiler (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg)

Von Wighart v. Koenigswald und Norbert Schmidt-Kittler[1])

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus einer Höhlenruine bei Erkenbrechtsweiler (Schwäbische Alb) wurde eine Wirbeltierfauna geborgen. Es handelt sich um eine Mischfauna, die sowohl Waldelemente als auch Steppenformen enthält. Die große Ähnlichkeit mit den Faunen des Cannstatter Travertins des Biedermann'schen Steinbruchs in Stuttgart-Untertürkheim erlaubt eine Einstufung in das Riß/Würm-Interglazial (Eem).

Summary

A vertebrate fauna discovered in a cave near Erkenbrechtsweiler (Schwäbische Alb, Western Germany) is announced. The fauna contains species from woodland as well as steppe areas. The close resemblance to the faunas of the travertine of Cannstatt of the Biedermann quarry in Stuttgart-Untertürkheim is indicative of a Riß/Würm (Eemian) Interglacial age.

Die Fundstelle

Die pleistozäne Wirbeltierfundstelle von Erkenbrechtsweiler wurde von dem Zweitgenannten der Verfasser am 17. April 1968 im Zuge einer größeren systematischen Suchaktion nach tertiären fossilführenden Spaltenfüllungen entdeckt. Sie befindet sich 1 km südwestlich Erkenbrechtsweiler (Meßtischbl. 7422 Dettingen, r: 3 531 260, h: 5 379 060) in dem westlich der Straße von Erkenbrechtsweiler nach Hülben gelegenen Weißjura-Steinbruch der Fa. Bauer. Es handelt sich um den Überrest einer kleinen Höhle im Massenkalk des Malm Delta, die durch den Steinbruchbetrieb im NE-Teil des Bruchs angefahren worden war. Der durch die Sprengarbeiten weit aufgerissene vordere Teil der Höhle ist weitgehend zerstört und läßt seine Umrisse nur mehr unvollständig erkennen. Immerhin ist noch die nördliche Höhlenwand erhalten geblieben, sowie ein Teil der Firste, die sich in 12 m Höhe

[1]) Dr. W. v. Koenigswald, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität, 74 Tübingen, Sigwartstr. 10. Dr. N. Schmidt-Kittler, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Abb. 1: Die Höhlenruine im Weißjura-Steinbruch der Fa. BAUER, 1 km SW Erkenbrechtsweiler mit einer Fauna des letzten Interglazials. Blick auf die Ostwand des nördlichen Steinbruchs. Wandhöhe ca. 20 m.

über der Steinbruchsohle befindet und nun einen Überhang bildet (vgl. Abb. 1). Von diesem vorderen Höhlenteil aus führt eine 2 m hohe und 3 m breite Öffnung unmittelbar unter der Firste in eine kleine Kammer. Dieser Raum hat einen etwa kreisförmigen Grundriß mit rund 4,5 m Durchmesser und maximal 3,5 m Höhe und liegt insgesamt ungefähr 1,5 m höher als die Firste des vorderen Höhlenrestes. Er ist nur durch einen schmalen Spalt zugänglich, da der Zugang durch einen großen Weißjura-Block fast gänzlich versperrt wird. Das Dach der Höhlenkammer besteht nur zu einem geringen Teil aus Weißjura-Fels, aber überwiegend aus verbackenem, mit Versturzblöcken durchsetztem Höhlenlehm. Desgleichen wird der Boden der Kammer von einem Haufwerk aus Weißjura-Blöcken und Höhlenlehm gebildet, unter dem die eigentliche Höhlensohle völlig begraben ist. Wie tief diese liegt und welche Raumlage sie einnimmt, ist unbekannt. Durch Grabungen an dem Kammereingang wurde unter dem braunen Höhlenlehm ein gelbbrauner mittelkörniger Sand freigelegt. Die Grenze der beiden Sedimente ist stellenweise durch eine schwarze, bis 1 cm mächtige Manganoxid-Lage markiert. Die Knochen- und Zahnreste stammen aus dem Höhlenlehm, der sowohl das Dach, als auch die Sohle der Kammer bildet und in einem breiten Kegel dem Höhleneingang vorgelagert ist. Er besteht bei genauer Betrachtung aus zwei verschiedenen, z. T. untereinander ver-

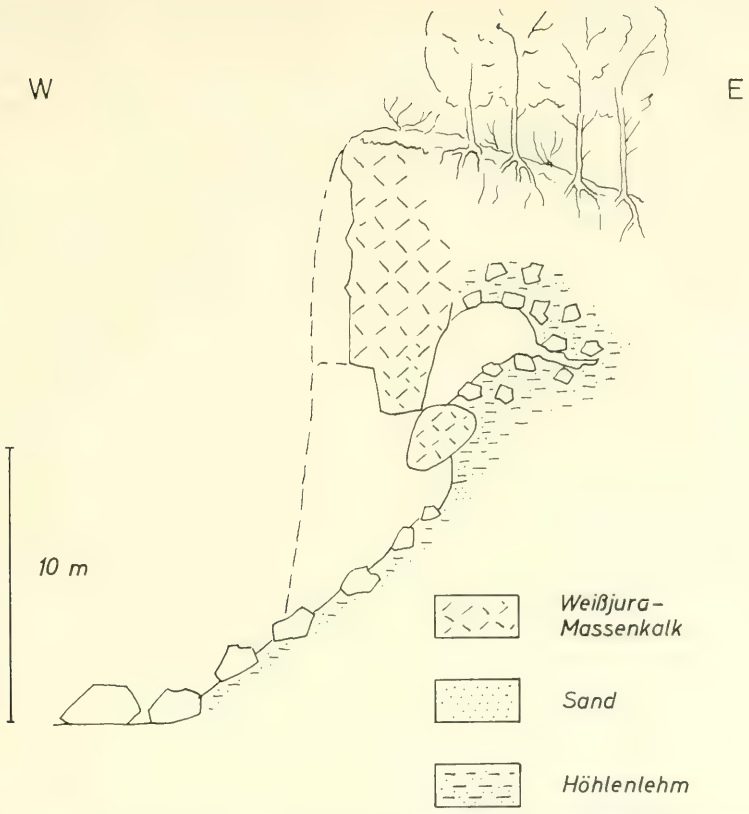


Abb. 2: E—W-Schnitt durch die Höhlenruine im Steinbruch der Fa. BAUER bei Erkenbrechtsweiler. Der den Eingang der Höhlenkammer versperrende Weißjura-Block hat lediglich seitliche Widerlager (vgl. Abb. 1). Die noch teilweise erhaltene nördliche Wand des zerstörten vorderen Höhlenteils ist gestrichelt gezeichnet.

mischten Sedimenten, einem hellbraunen, fetten, fossilfreien Lehm und einem braun-rotbraun-gelbbraun gesprenkelten Lehm, aus dem die Fossilreste ausschließlich stammen. Die Grabarbeiten am Höhleneingang machen wahrscheinlich, daß der fette Lehm das ursprüngliche Liegende, der gesprenkelte Lehm dagegen das ursprüngliche Hangende darstellt. In Abb. 2 ist die ermittelte Situation in einem E-W-Schnitt wiedergegeben. Über die Größe und Gestalt der Höhle und ihre eventuelle weitere Erstreckung in den Fels hinein läßt sich wenig angeben, da sie in dem zugänglichen Teil bis auf den beschriebenen kleinen Raum mit Sediment gefüllt ist.

Der Geländebefund führt zu folgender Deutung: Das aus Blocklehm bestehende Dach der Höhlenkammer scheint dem verstürzten ehemaligen Höhleneingang zu entsprechen. Nach dem Versturz des Eingangs war die Höhle zumindest in dem in Rede stehenden Bereich ganz mit Sediment gefüllt. Der jetzt anzutreffende, relativ kleine Hohlraum ist erst sekundär beim Aufreißen des Höhlengebildes durch die

Sprengarbeiten entstanden, als ein Teil des Höhlensediments in einem breiten Schuttkegel herausfiel und die Füllung dadurch im vorderen Bereich der Höhle um einem entsprechenden Betrag nachsackte. Der Umstand, daß das Dach des so entstandenen Kammerraums bisher nicht nachgebrochen ist, muß auf seine Durchwurzelung durch den etwa 5—7 m darüberstehenden Laubwald zurückgeführt werden.

Der Fauneninhalt

Bisher wurden folgende Taxa festgestellt:

Amphibia
- Ranidae indet.

Reptilia
- Ophidia indet.
- *Anguis fragilis* Linnaeus

Aves indet.

Mammalia
- *Sorex minutus* Linnaeus
- *Sorex araneus* Linnaeus
- *Sorex alpinus* Schinz
- *Neomys fodiens* (Schreber)
- *Crocidura robusta* Heller
- Chiroptera indet.
- *Lepus europaeus* Linnaeus
- *Ochotona pusilla* (Pallas)
- *Citellus citelloides* Kormos
- *Clethrionomys glareolus* (Schreber)
- *Arvicola* sp. *(cantiana/terrestris)*
- *Microtus arvalis-agrestis*-Gruppe
- *Microtus gregalis* (Pallas)
- *Pitymys subterraneus* (Sélys-Longchamps)
- *Cricetus cricetus major* Woldřich
- *Apodemus* sp.
- *Sicista betulina* (Pallas)
- *Glis glis* (Linnaeus)
- *Muscardinus avellanarius* Linnaeus
- *Canis* sp.
- *Ursus arctos taubachensis* Linnaeus
- *Crocuta spelaea* (Goldfuss)
- *Panthera leo spelaea* (Goldfuss)
- *Panthera pardus* (Linnaeus)
- *Dicerorhinus kirchbergensis* (Jäger)
- *Equus* sp.
- *Cervus elaphus* Linnaeus
- *Capreolus capreolus* (Linnaeus)

Die aufgefundenen Tierreste gehen nur zu einem kleinen Teil auf Höhlenbewohner zurück. Die meisten Faunenelemente sind wohl als verschleppte Raubtier-

beute — im Fall der Großsäuger — bzw. als Gewölle von Raubvögeln — im Fall der Kleinsäuger — in die Höhle gelangt.

Altersstellung

Die Arten dieser Faunenliste sind typisch für das Jungpleistozän. Das zeigt in der Microtinenfauna besonders das Fehlen der primitiven Formen, wie *Pliomys* und der *Pitymys*-Arten, außer *Pitymys subterraneus*. Die Molaren von *Arvicola* zeigen an den konvexen, wie an den konkaven Prismenkanten ein gleichstarkes Schmelzband. Damit stehen sie zwischen den Formen des Holstein und denen des Würm.

Die ökologischen Ansprüche dieser Faunenvergesellschaftung sind uneinheitlich und machen es schwer, der Fauna glazialen oder interglazialen Charakter beizumessen. Typisch für warme und waldreiche Abschnitte des Pleistozäns sind die Formen *Capreolus* und *Dicerorhinus kirchbergensis*, sowie bei den Kleinsäugern *Crocidura*, *Clethrionomys*, *Glis* und *Muscardinus*. Nach ihnen kann man nicht zögern, diesen Teil der Fauna einem Interglazial zuzuweisen. Jedoch sind auch Formen vorhanden, die auf einen stärkeren Steppeneinfluß hinweisen, wie *Ochotona*, *Citellus* und *Sicista*. Diese Mischfauna wäre schwer zu beurteilen, wenn nicht die gleiche Gegensätzlichkeit aus den von Heller (1934) beschriebenen Kleinsäugerfaunen des Cannstatter Travertins bekannt wäre. Im Biedermann'schen Steinbruch in Stuttgart-Untertürkheim ist in Baumschloten im Travertin eine Fauna mit *Capreolus* und *Crocidura* etc. gefunden worden. Die begleitende Flora ist ebenfalls klimatisch sehr anspruchsvoll. Sie enthält Eiche, Ahorn und Esche. Innerhalb des gleichen Travertins wurde nur 140 cm höher die „Steppennagerschicht" mit *Ochotona*, *Citellus* und *Sicista* gefunden. Die beiden Faunen, die zeitlich dicht beieinander liegen, gehören wie der gesamte Travertin dieses Aufschlusses in das Riß/Würm-Interglazial (Reiff 1969). Sie belegen verschiedene klimatische Bedingungen innerhalb des letzten Interglazials, wie sie auch aus Ehringsdorf bekannt sind. In der Höhlenruine von Erkenbrechtsweiler sind nun zwei entsprechende Faunen kondensiert und nicht mehr trennbar.

Nach der geologischen Stellung des Travertins vom Biedermann'schen Steinbruch und der Entwicklungshöhe der in Erkenbrechtsweiler gefundenen *Arvicola* ist es möglich, diese neue Fauna in das Riß/Würm-Interglazial (Eem) einzustufen. Die Bedeutung der Fauna liegt in dem erfreulichen Reichtum an Kleinsäugern, den leider die wenigen bisherigen Fundstellen des letzten Interglazials (Cannstatt und Weimar-Ehringsdorf) nicht geboten haben.

Literatur

Heller, F.: Die Kleinsäuger aus dem Travertin des Biedermann'schen Steinbruchs von Untertürkheim-Bad Cannstatt. — Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, 90, 20—30, Stuttgart 1934.

Reiff, W. in Carle, W., Reiff, W. & Ströbel, W.: Führer zu den Exkursionen anläßlich der 90. Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins in Ludwigsburg und Stuttgart. — Arb. Geol. Paläont. Inst. Univ. Stuttgart, N. F. **57**, 87 S., 24 Abb., Stuttgart 1969.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 12 | 149—153 | München, 15. 12. 1972

Zwei gastropodenführende holozäne Kalktuffvorkommen bei Wassertrüdingen (Mittelfranken)

Von Nasser Torkzadeh[1])

Mit 1 Abbildung

Zusammenfassung

Fazies, Fossilinhalt und Entstehung zweier holozäner Kalktuffvorkommen bei Wassertrüdingen in Mittelfranken werden beschrieben. Ihre artenreichen Gastropodenfaunen, deren Arten bis auf 2 noch heute im Gebiet vorkommen, weisen auf ein überwiegend waldiges Einzugsgebiet noch vor der mittelalterlichen Waldrodung hin.

Summary

Facies, fossils and formation of two Holocene tufa deposits near Wassertrüdingen in Mittelfranken are described. The fauna consists of numerous species of gastropods, which occur — with two exceptions — up to the present day in the surroundings of the Hesselberg. From an environmental point of view the fauna indicates an area predominantly covered by forest. In the middle age most of the forest was cleared. The fauna must have been formed before that event.

Einleitung

Anläßlich einer Diplomkartierung im NE des Hesselberges (Torkzadeh 1966, NE-Quadrant von Bl. 6929 Wassertrüdingen) konnte aus zwei kleinen quartären Kalktuffvorkommen eine reiche Gastropodenfauna gewonnen werden, die für die Entwicklung des Gebietes im Holozän von gewisser Bedeutung ist. Sie wurde aus Lockersedimenten ausgeschlämmt, kommt aber auch im stärker verfestigten Gestein vor. Für die Mitwirkung bei der Bestimmung und die Durchsicht des Manuskripts sei Herrn Prof. Dr. R. Dehm herzlich gedankt.

[1]) Dr. N. Torkzadeh, Lehrstuhl für Hydrogeologie und Hydrochemie der Technischen Universität, 8 München 55, Marchioninistr. 17.

a. Vorkommen und Fazies

Lentersheim

Das Vorkommen Lentersheim (siehe Abb. 1) wurde bereits von v. Gümbel (1891) auf Blatt Ansbach der geognostischen Karte 1 : 100 000 eingetragen, aber noch als obermiozäner Riesseekalk. Kranz (1923, S. 304) gibt eine erste Beschreibung des Gesteins und weist mittels einiger — von Joos bestimmter — Gastropoden (siehe Fossilliste) holozänes Alter nach. Später wird die Stelle noch von Ahrens & Bentz (1928, S. 413) erwähnt.

Das unerschlossene Kalktuffvorkommen liegt am N-Hang des Hohen Buck, 500 m SE Lentersheim (R 96 850, H 38 650). Es nimmt eine ca. 300×250 m große Fläche über anstehendem Amaltheenton (Mittellias) ein. Hangaufwärts — unmittelbar südlich — grenzen die bekannten Riestrümmermassen von Lentersheim an, welche vorwiegend von Malmkalken aufgebaut werden (vergl. Kranz 1923, S. 304 bis 306; Ahrens & Bentz 1928, S. 413—415). Das Vorkommen wird im oberen Teil aus weißgrauen, porösen Kalktuffen aufgebaut, welche in weißlichen Kalkgrus übergehen und meist ziemlich weich, stellenweise aber auch sinterartig verfestigt sind. Sie enthalten nesterartig angereicherte Fossilien. Die Mächtigkeit beträgt nach mündlicher Mitteilung von Grundeigentümern bis 3 m. Im unteren Teil des Hanges sind die Tuffe zunehmend umgelagert und gehen unter Abnahme ihrer Mächtigkeit in braunschwarzen, kalkhaltigen Boden mit zahlreichen weißschalig erhaltenen Mollusken über.

Eine Grabung in diesem Gebiet, welches wegen seiner Fruchtbarkeit im Volksmund als „Krautland" bezeichnet wird, ergab folgendes Profil:

3) 0,5 m: Boden, braunschwarz, kalkhaltig, mit sehr zahlreichen, weißschalig erhaltenen Mollusken, die zum Liegenden stark abnehmen und bei 0,5 m schließlich ausbleiben.
2) 1,0 m: Boden wie oben, nahezu fossilleer, mit Malmkalksteinen bis über Faustgröße (umgelagerter Schutt aus Riestrümmermassen).
1) 0,3 m erschlossen: dunkelgrauer, speckiger Ton mit Toneisensteingeoden (Oberer Mittellias, Amaltheenton).

Eine Schlämmprobe aus Schicht 3 lieferte die in der Fossilliste unter „Lentersheim" angeführte Flora und Fauna (s. S. 152).

Das Vorkommen verdankt seine Entstehung einer Quelle, die an der Untergrenze der — vorwiegend aus Malmkalkschollen aufgebauten — Riestrümmermassen austrat und hier den aus den Trümmermassen ausgelaugten Kalk wieder absetzte. Sie wurde 1922 gefaßt (vergl. Kranz 1923, S. 305) und abgeleitet. Heute ist das ehemalige Quelltuffgebiet entwässert und wird als Acker genutzt.

Eiselberg

Ein weiteres Kalktuffvorkommen wurde am Nordhang des Eiselbergs, 750 m NW des höchsten Punktes entdeckt (R 00 475 H 36 750). Es liegt zu beiden Seiten des Gemeinde-Verbindungsweges Obermögersheim — Altentrüdingen und hat eine Ausdehnung von ca. 250×120 m. Die Unterlage bilden Posidonienschiefer (Oberer Lias). Durch einen periodischen Wasserlauf, der vom Eiselberg herabkommt, wer-

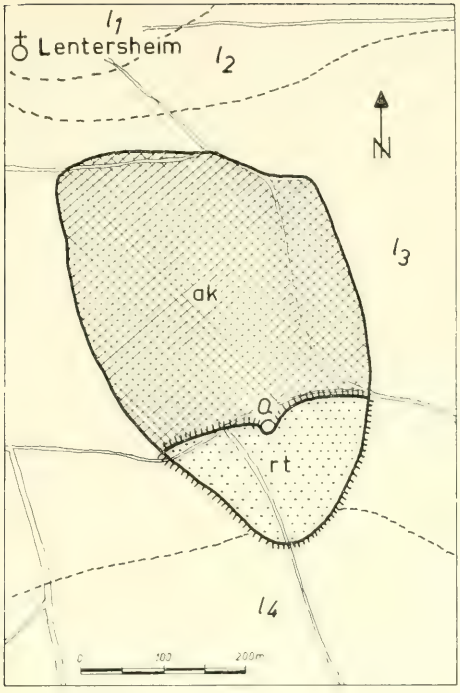


Abb. 1: Lageskizze des Kalktuffvorkommens Lentersheim.
l 1: Angulatensandstein (Lias Alpha 2), l 2: Arietenkalksandstein (Lias Alpha 3) bis Numismalismergel (Lias Gamma), l 3: Amaltheenton (Lias Delta), l 4: Posidonienschiefer und Jurensismergel (Lias Epsilon und Zeta). rt: Riestrümmermassen. ak: Holozäner Kalktuff. Q: Quelle.

den die Gesteine des Vorkommens gelegentlich etwas erschlossen. Sie bestehen aus mäßig festen, hellbraun-grauen bis weißlichen, porösen Kalktuffen, welche sehr spärlich Gastropoden führen und, wie in Lentersheim, hangabwärts in dunklen, kalkhaltigen Boden mit zahlreichen weißschalig erhaltenen Gastropoden übergehen. Eine Schlämmprobe aus diesem Bereich lieferte die unter „Eiselberg" angeführte Fauna (s. S. 152).

Das Vorkommen muß — wie das von Lentersheim — auf austretendes kalkhaltiges Quellwasser zurückgeführt werden, das seinen Kalkgehalt in diesem Falle aber aus dem Posidonienschiefer und den sie überlagernden Jurensisschichten bezog. Als Wasserstauer dienten wohl zum Teil tiefere Lagen des Posidonienschiefers, vor allem aber der im Liegenden folgende Amaltheenton. Heute ist das Gebiet entwässert, und die Bildung des Kalktuffes damit beendet.

b. Fossilinhalt

Die Kalktuffvorkommen lieferten zusammen folgende Flora und Fauna (1: Lentersheim, KRANZ 1923; 2: Lentersheim, eigenes Material; 3: Eiselberg):

	1	2	3
Plantae			
Rhamnus catharthica LINNE (Blattreste)		+	
Vermes			
Lumbricus sp. (Kalkkörperchen)		+	+
Mollusca			
Lamellibranchiata			
Pisidium sp.		+	
Gastropoda			
Acicula (Platyla) polita (HARTMANN)		+	
Carychium minimum (O. F. MÜLLER)		+	+
Carychium tridentatum (RISSO)		+	
Lymnaea (Galba) truncatula (O. F. MÜLLER)		+	+
Cochlicopa lubrica (O. F. MÜLLER)		+	+
Truncatellina sp.		+	
Vertigo (Vertilla) angustior (JEFFREYS)		+	
Vertigo (Vertigo) pusilla (O. F. MÜLLER)			+
Vertigo (Vertigo) antivertigo (DRAPARNAUD)			+
Vertigo (Vertigo) pygmaea (DRAPARNAUD)		+	+
Vertigo (Vertigo) parcedentata (A. L. BRAUN), Reliktform		+	
Abida frumentum (DRAPARNAUD)		+	
Pupilla muscorum (LINNE)		+	+
Vallonia costata (O. F. MÜLLER)	+	+	+
Vallonia pulchella (O. F. MÜLLER)	+	+	+
Acanthinula aculeata (O. F. MÜLLER)		+	
Ena montana (DRAPARNAUD)	+	+	
Succinea (Succinea) putris (LINNE)		+	
Succinea (Succinella) oblonga (DRAPARNAUD)		+	+
Punctum pygmaeum (DRAPARNAUD)		+	
Discus rotundatus (O. F. MÜLLER)		+	
Discus ruderatus (HARTMANN)		+	
Perpolita radiatula (ALDER)		+	+
Aegopinella pura (ALDER)		+	
Vitrea crystallina (O. F. MÜLLER)	+	+	
Zonitoides nitidus (O. F. MÜLLER)		+	
Helicolimax sp.		+	
Limax sp.			+
Ceciliodes acicula (O. F. MÜLLER)		+	
Cochlodina laminata (MONTAGU)			+
Iphigena ventricosa (DRAPARNAUD)		+	
Clausiliidae, Jugendgewinde		+	
Bradybaena fruticum (O. F. MÜLLER)		+	
Monacha incarnata (O. F. MÜLLER)		+	
Trichia (Trichia) hispida (LINNE)		+	
Trichia sp.			+
Arianta arbustorum (LINNE)		+	
Cepaea hortensis (O. F. MÜLLER)		+	

c. Ökologische Verhältnisse

Die Faunen beider Vorkommen sind in ihrer Zusammensetzung etwas verschieden. Gemeinsam ist das Vorherrschen von landbewohnenden Formen gegenüber sehr spärlichen Süßwasserorganismen. Ein näherer Vergleich wird durch die geringere Artenzahl des Vorkommens Eiselberg erschwert.

Die Fauna des Lentersheimer Kalktuffes setzt sich neben einzelnen Süßwasserorganismen *(Pisidium, Lymnaea)* aus zahlreichen, bezeichnenden Arten von feuchten und nassen Grasfluren, Laubwäldern und Gebüschen der gemäßigten Zone Mitteleuropas zusammen. Formen sonniger, trockener Standorte treten sehr zurück. Weitaus am häufigsten sind *Trichia hispida* und *Arianta arbustorum,* von welchen vor allem letztere vorwiegend in Wäldern lebt und auf eine ehemalige Waldbedekkung des Gebietes schließen läßt. Auch *Rhamnus catharthica* gibt einen Hinweis dafür. Insgesamt spricht die Flora und Fauna für ein quellenüberrieseltes, feuchtes Gebiet mit Gebüschen und Laubwald.

Die ziemlich artenarme Fauna des Eiselbergvorkommens enthält einige Arten, die in Lentersheim nicht gefunden wurden *(Vertigo pusilla, V. antivertigo, Cochlodina laminata, Limax* sp.). Neben einer einzigen Süßwasserform *(Lymnaea)* dominieren hier gegenüber Lentersheim mehr Bewohner offener Grasflächen.

d. Altersstellung

Sämtliche Arten beider Vorkommen treten heute noch lebend auf; von zwei Ausnahmen — *Vertigo parcedentata* und *Discus ruderatus* in „Lentersheim" — abgesehen, sogar noch in der näheren und weiteren Umgebung. Daraus läßt sich auf ein holozänes Alter schließen, welches für „Lentersheim" zusätzlich durch *Discus ruderatus,* belegt wird. Diese Art „kann als ‚Leitart' im europäischen Postglazial gelten" (Dehm 1967, S. 136). Das Vorherrschen waldbewohnender Formen in der Fauna von „Lentersheim" weist auf eine Zeit vor der mittelalterlichen Waldrodung hin. Eine nähere Altersangabe ist nicht möglich.

Die Fauna von „Eiselberg" zeichnet sich, wie bereits erwähnt, durch mehr Bewohner offener Grasfluren aus. Dieser Unterschied kann eine geringe Altersdifferenz andeuten, jedoch auch — bei annähernd gleichem Alter — durch örtlich verschiedene Standortsverhältnisse bedingt sein. Für letzteres gibt das vergleichbare geologische Auftreten beider Kalktuffvorkommen einen gewissen Anhaltspunkt.

Schrifttum

Ahrens, W. & Bentz, A.: Ortsfremde Massen im nördlichen Vorries (Vorläufige Mitteilung). — Cbl. Min. etc., Abt. B, 1928, 7, S. 408—417, Stuttgart 1928.

Dehm, R.: Die Landschnecke *Discus ruderatus* im Postglazial Süddeutschlands. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 7, S. 135—155, 1 Abb., München 1967.

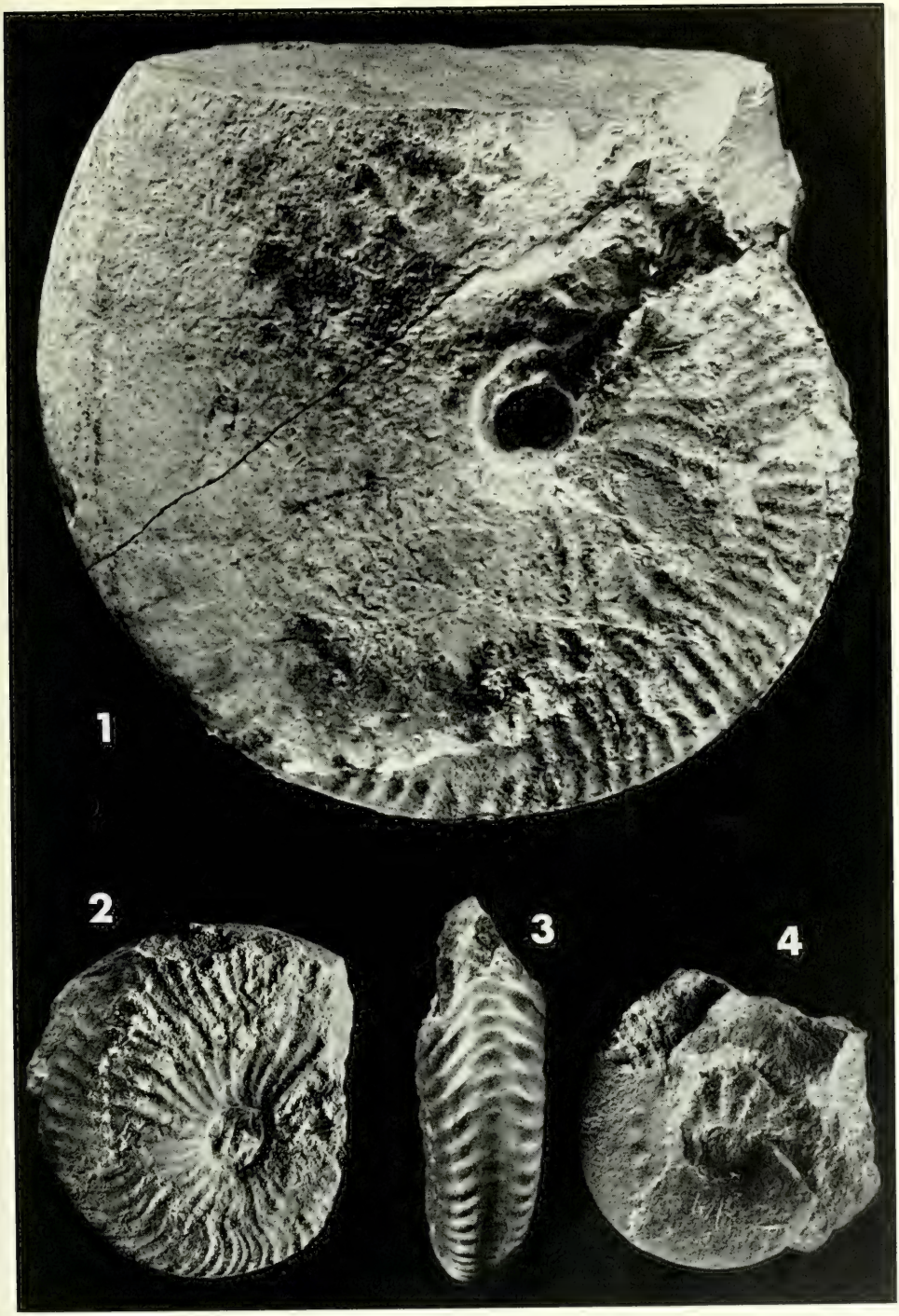
Gümbel, C. W. v.: Geognostische Karte von Bayern, Blatt Ansbach, Maßstab 1 : 100 000. — Kassel 1891.

Kranz, W.: Weitere Beiträge zum Nördlinger Ries-Problem. — Cbl. Min. etc., 1923, 9, S. 278—285; 10, S. 301—310, Stuttgart 1923.

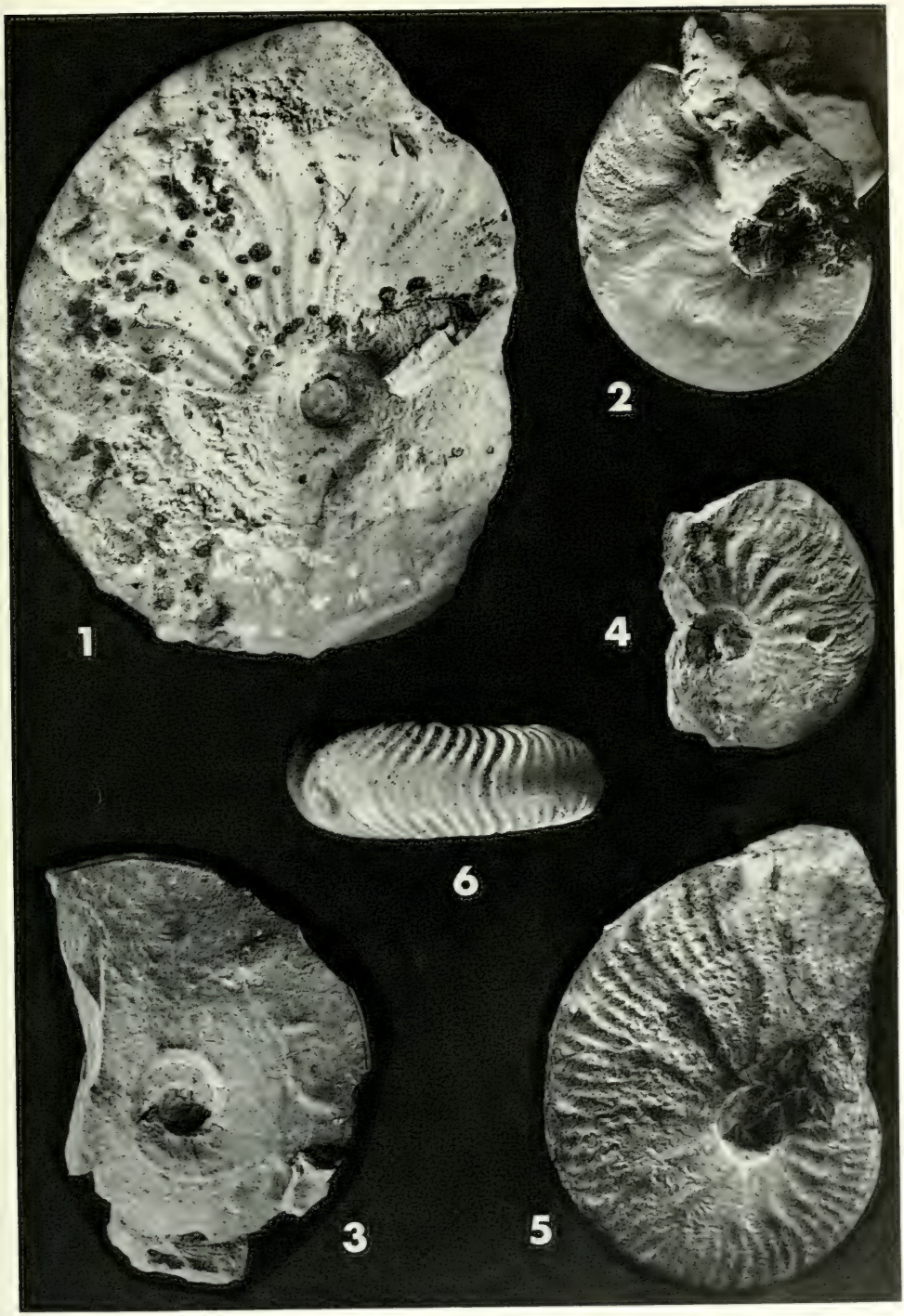
Torkzadeh, N.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Hesselberggebiet. NE-Quadrant des Positionsblattes Wassertrüdingen 382. — Dipl.-Arb. Universität München, Mskr., 74 S., 13 Abb., 1 geol. Karte, 4 Taf., München 1966.

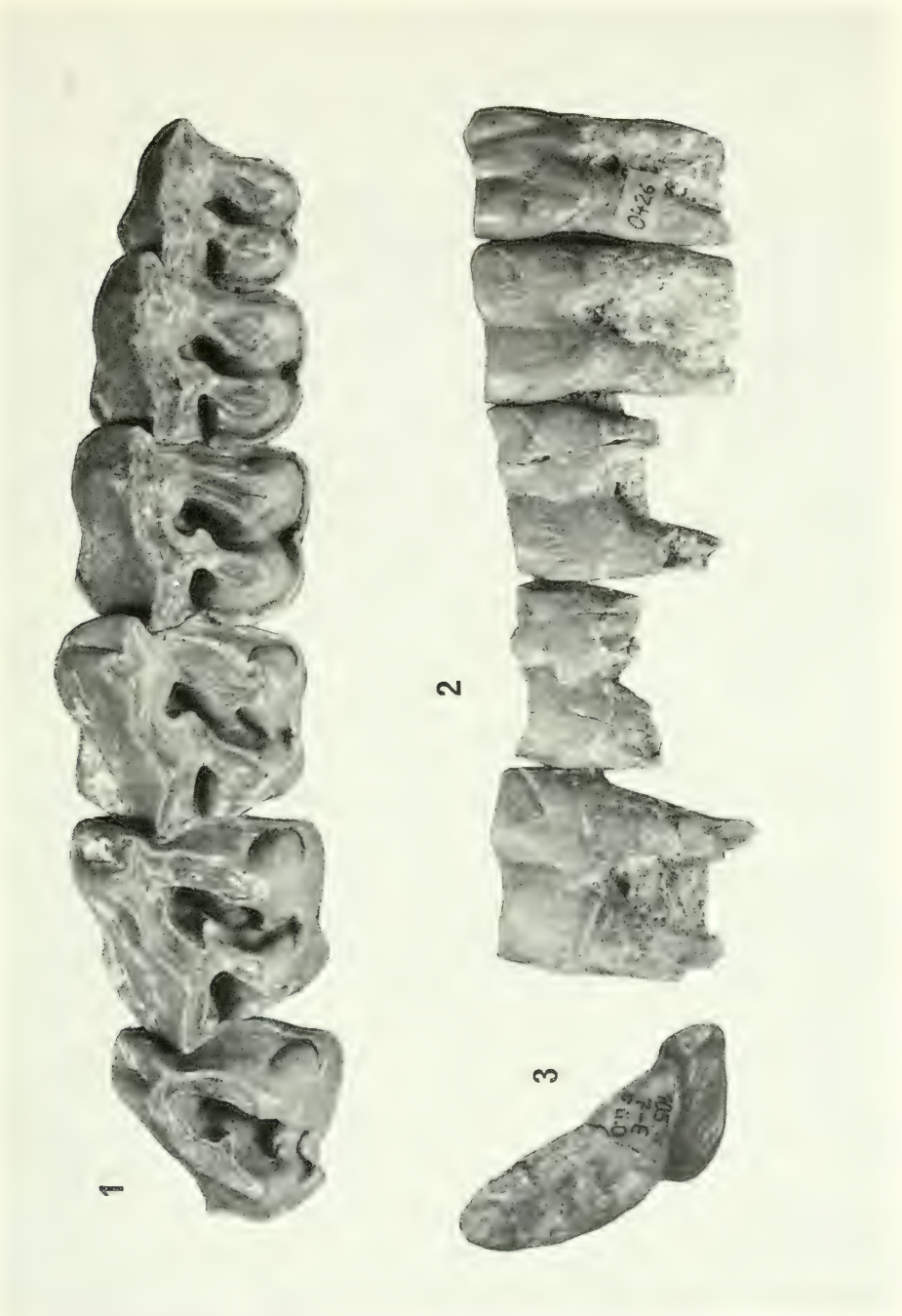
Anhang

Tafel 1 bis 8

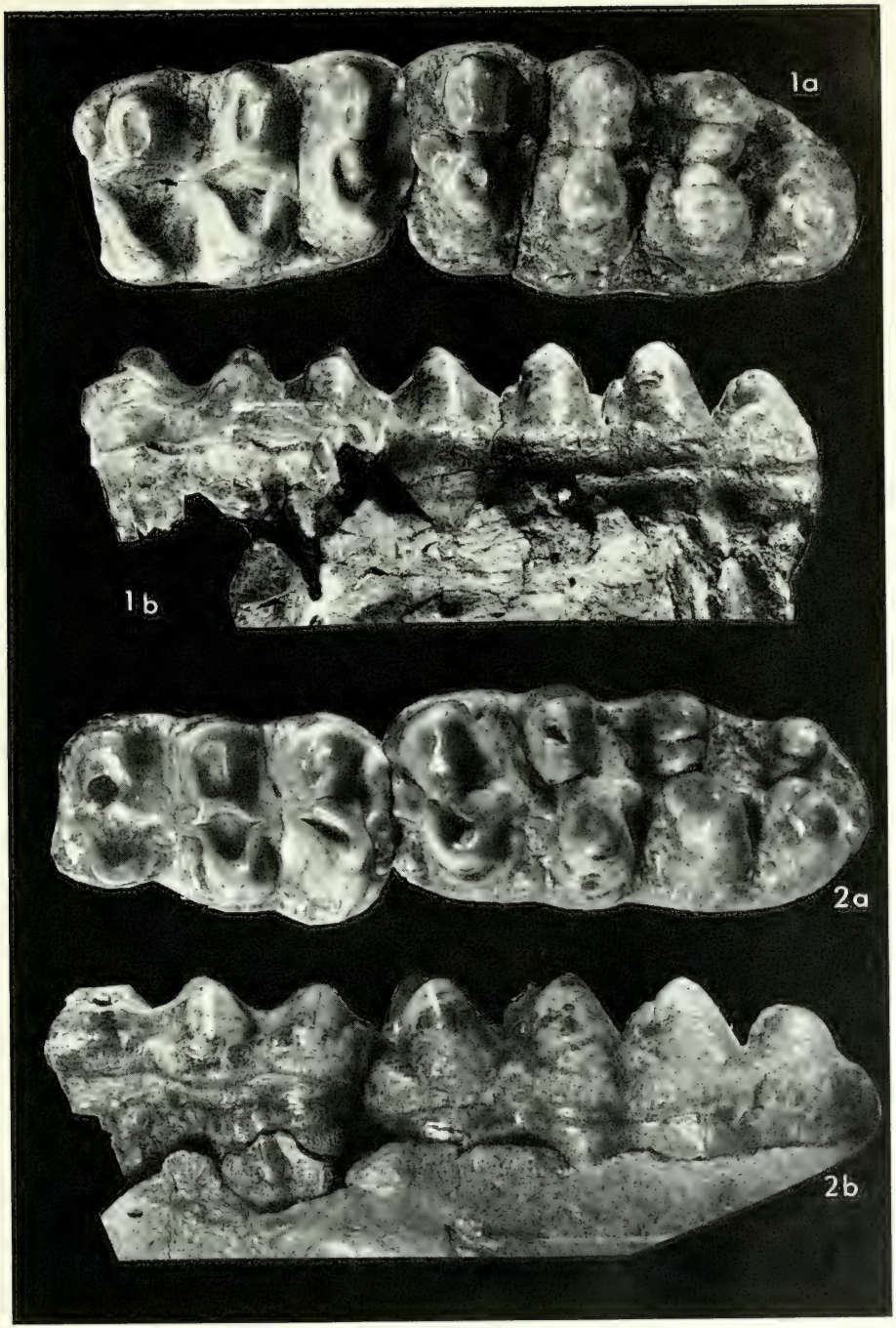


SCHAIRER, G.: *Taramelliceras, Glochiceras, Ochetoceras . . .* **Tafel 1**


1
2
3
4
5
6

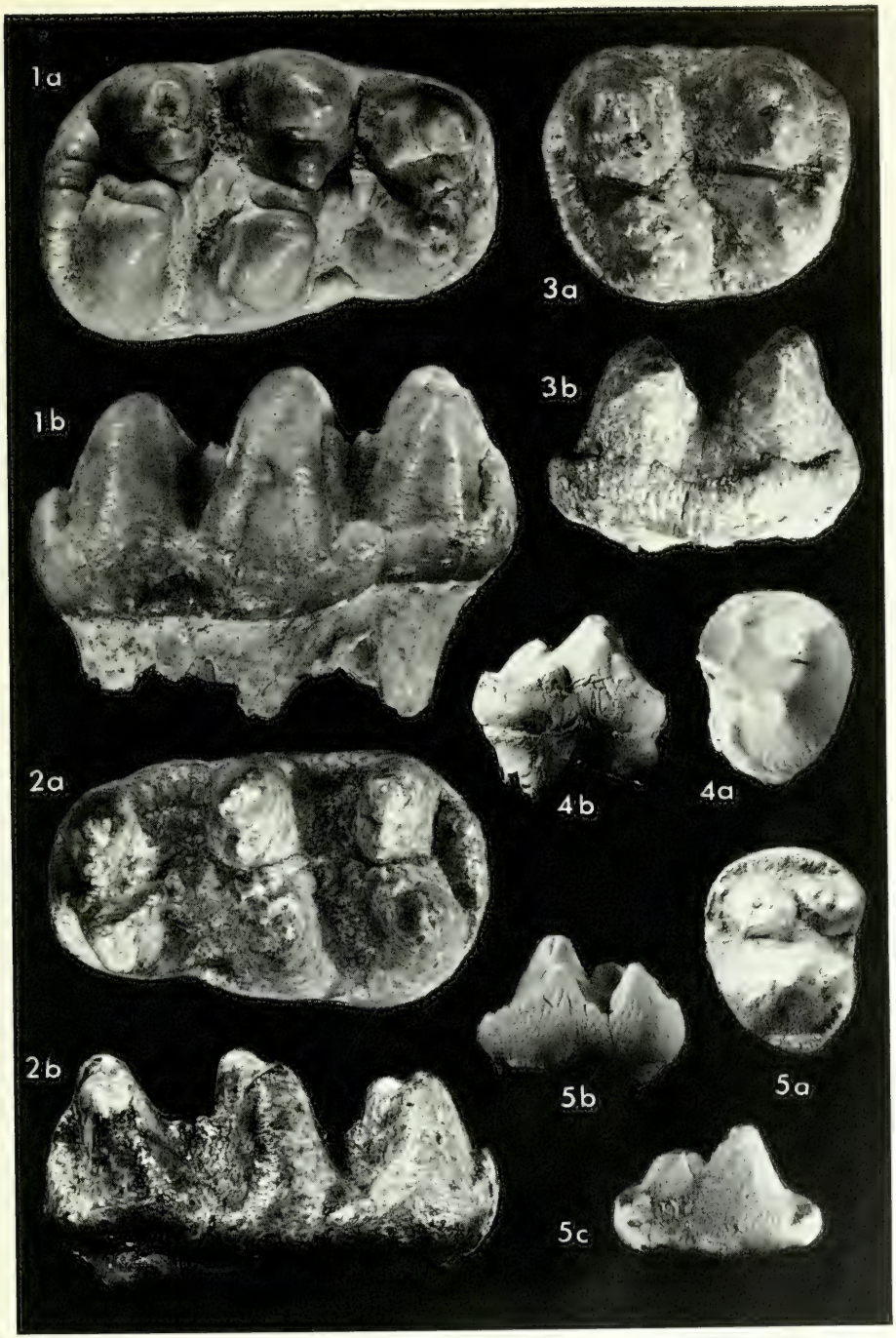


Heissig, K.: Rhinocerotidae von Sandelzhausen . . . **Tafel 3**



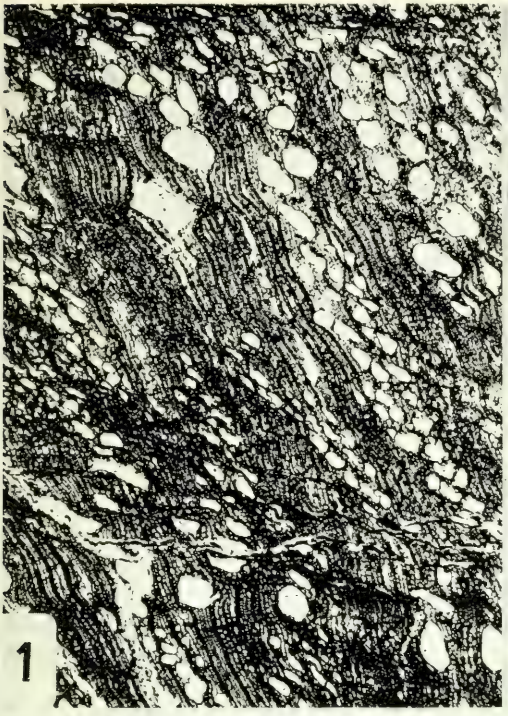
Schmidt-Kittler, N.: Proboscidea von Sandelzhausen . . .

Tafel 4

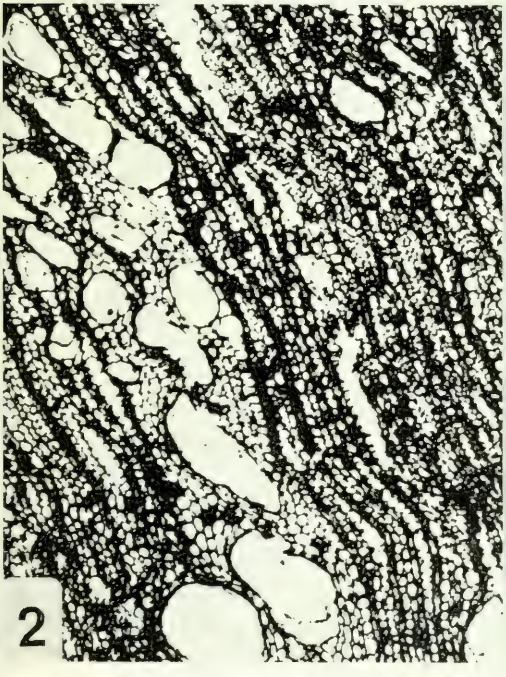


Schmidt-Kittler, N.: Proboscidea von Sandelzhausen . . .

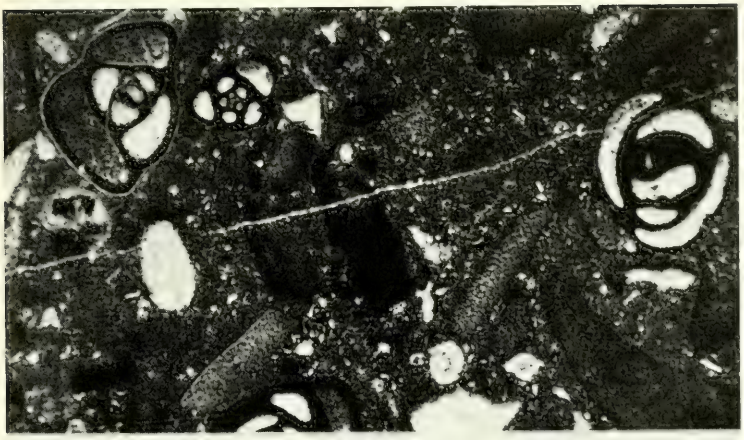
Tafel 5


1

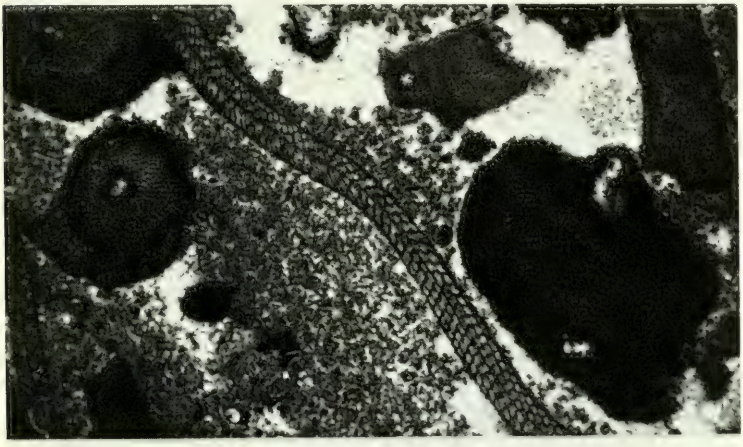
3


2

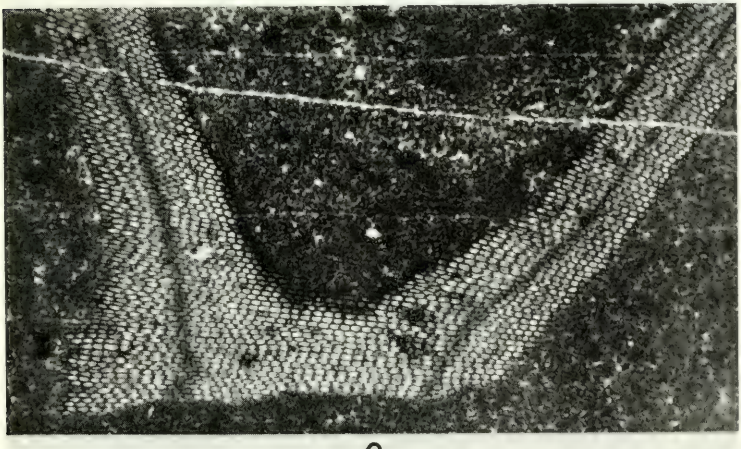
4



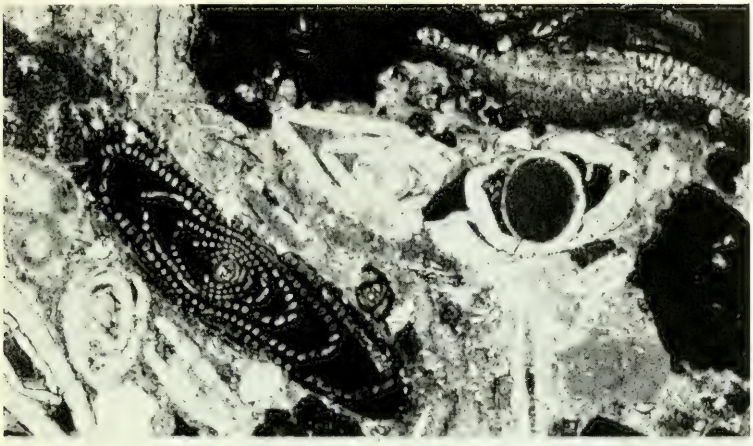
1



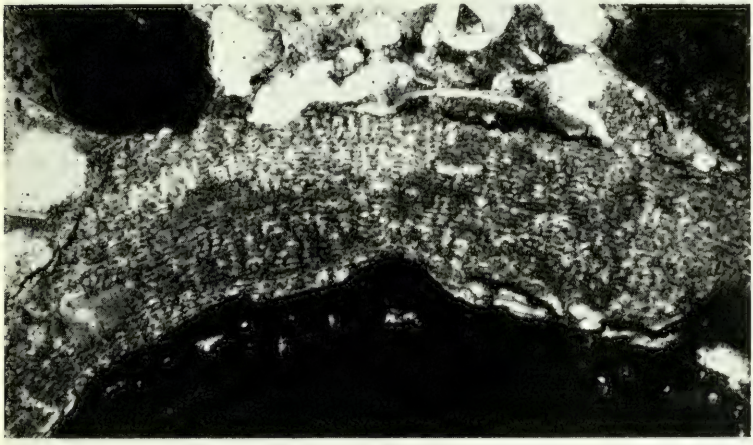
2



3



1



2

3

HAGN, H.: Kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle **Tafel 8**

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

QL
701
M96
SI

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 13

INHALT

Absolon, Adolf: Ostracoden aus einigen Profilen spät- und postglazialer Karbonatablagerungen in Mitteleuropa (Tafel 3) 47

Fahlbusch, Volker: Die stammesgeschichtlichen Beziehungen zwischen den Eomyiden (Mammalia, Rodentia) Nordamerikas und Europas (Tafel 6—10) 141

Förster, Reinhard: Untersuchungen an oberjurassischen Palinuridae (Crustacea, Decapoda) 31

Gall, Horst: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 8. Konkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen (Tafel 1) 3

Heissig, Kurt: Oligozäne Vertebraten aus der Spaltenfüllung „Möhren 13" bei Treuchtlingen, Fränkischer Jura 177

Krebs, Bernhard: Der Tarsus von *Rauisuchus* (Pseudosuchia, Mittel-Trias) 95

Mathur, Avinash C: Der untere Lias in der Hochlerch-Silleck-Mulde (Chiemgauer Alpen) 199

Schairer, Gerhard & Seyed-Ali Yamani: Ammoniten aus dem Dolomit von Großmehring bei Ingolstadt (Untertithon, Südliche Frankenalb, Bayern) (Tafel 2) 19

Scherer, Eugen: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 9. Crocodilia (Tafel 4) 103

Schmidt-Kittler, Norbert: *Dimyloides*-Neufunde aus der oberoligozänen Spaltenfüllung „Ehrenstein 4" (Süddeutschland) und die systematische Stellung der Dimyliden (Insectivora, Mammalia) (Tafel 5) 115

Selmeier, Alfred: Verkieselte Leguminosen-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der Südlichen Frankenalb (Tafel 11—12) 183

MÜNCHEN, 15. Dezember 1973
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.	13	205 S.	12 Taf.	München, 15. 12. 1973

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 13

INHALT

Absolon, Adolf: Ostracoden aus einigen Profilen spät- und postglazialer Karbonatablagerungen in Mitteleuropa (Tafel 3) 47

Fahlbusch, Volker: Die stammesgeschichtlichen Beziehungen zwischen den Eomyiden (Mammalia, Rodentia) Nordamerikas und Europas (Tafel 6—10) 141

Förster, Reinhard: Untersuchungen an oberjurassischen Palinuridae (Crustacea, Decapoda) 31

Gall, Horst: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 8. Konkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen (Tafel 1) 3

Heissig, Kurt: Oligozäne Vertebraten aus der Spaltenfüllung „Möhren 13" bei Treuchtlingen, Fränkischer Jura 177

Krebs, Bernhard: Der Tarsus von *Rauisuchus* (Pseudosuchia, Mittel-Trias) 95

Mathur, Avinash C: Der untere Lias in der Hochlerch-Silleck-Mulde (Chiemgauer Alpen) 199

Schairer, Gerhard & Seyed-Ali Yamani: Ammoniten aus dem Dolomit von Großmehring bei Ingolstadt (Untertithon, Südliche Frankenalb, Bayern) (Tafel 2) 19

Scherer, Eugen: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 9. Crocodilia (Tafel 4) 103

Schmidt-Kittler, Norbert: *Dimyloides*-Neufunde aus der oberoligozänen Spaltenfüllungen „Ehrenstein 4" (Süddeutschland) und die systematische Stellung der Dimyliden (Insectivora, Mammalia) (Tafel 5) 115

Selmeier, Alfred: Verkieselte Leguminosen-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der Südlichen Frankenalb (Tafel 11—12) 183

MÜNCHEN, 15. Dezember 1973
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 205 S. | 12 Taf. München, 15. 12. 1973

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 3—18 | München, 15. 12. 1973

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 8. Konkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen

Von Horst Gall[1])

Mit 1 Abbildung und Tafel 1

Zusammenfassung

Etwa ein Drittel des fossilen Gastropodenmaterials aus der Fundschicht Sandelzhausen zeigt eine Verformung, die auf frühdiagenetische Bildung von Kalkkonkretionen in den Gehäusen unter Aufblähung bis ca. 300% der ursprünglichen Größe zurückgeführt werden kann.

Die Ursache dieser besonderen Erhaltung liegt in einer raschen Sedimentüberdeckung von Gastropodengehäusen, die noch die Weichkörper oder Reste davon führten. Deren Fäulnisgase konnten nämlich nur so den Bildungsprozeß der Kalkkonkretionen in den Gehäusen auslösen. Die Auswertung von Häufigkeit und Ausmaß der Gehäuseexpansionen im Vertikalprofil ermöglicht demnach wichtige Rückschlüsse auf die Genese der Fundschicht.

Summary

About one third of the fossil Gastropods from the Upper Miocene fossil locality of Sandelzhausen in the Bavarian Upper Freshwater Molasse shows a deformation of the shells. This can be explained by a pene-contemporaneous-diagenetic formation of calcareous concretions within the shells which results in an expansion up to 300% of the original size.

This special mode of conservation of the Gastropod shells can be referred to a rapid covering by sediments. At the time of deposition these shells still contained organic material. Its decay caused the precipitation of calcium carbonate, finally resulting in an expansion of the shells.

The interpretation of the abundance and size of the expansion in the vertical section provides important clues on the genesis of the fossil bed.

[1]) Dipl.-Geol. Dr. H. Gall, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Inhalt

Seite

1. Einführung 4
2. Kalkkonkretionen im Vertikalprofil der Fundschicht 4
3. Normaler Erhaltungszustand der Gastropoden 5
4. Kalkkonkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen 7
4.1 Allgemeines 7
4.2 Erscheinungsform und Entstehungszeitpunkt 7
4.3 Genese der Konkretionen in den Gastropodengehäusen 8
4.4 Berechnung des Verformungsausmaßes 9
4.5 Ausmaß der Gehäuseexpansion 10
4.6 Taxionomische Auswirkungen der Gehäuseaufblähung 11
5. Diagramm der Gastropoden-Erhaltung in der Fundschicht (Abb. 1) und seine Auswertung 12
6. Konkretionäre Gehäuseaufblähung und Genese der Fundschicht 15
Angeführte Schriften 17

1. Einführung

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen bei Mainburg (Niederbayern) hat sich seit ihrer Entdeckung durch R. Dehm im Jahre 1959 als eine einzigartige Fossilkonzentration mit Repräsentanten aller Größenklassen von den verschiedensten Biotopen erwiesen. Wissenschaftlich bearbeitet sind bislang mehrere Gruppen fossiler Wirbeltiere (Fahlbusch 1964; Schmidt-Kittler 1971, 1972; Heissig 1972) sowie die Mollusken (Gall 1972), von denen vor allem die arten- und individuenreich vertretenen Gastropoden als verläßliche ökologische Indikatoren für eine Lösung der vielfältigen Probleme der Fundschicht-Entstehung von Bedeutung sind. Die Wirbeltierreste sind zwar ausnahmslos disartikuliert, jedoch überwiegend ohne größere Beschädigungen und diagenetische Verformungen überliefert. Das fossile Gastropodenmaterial dagegen liegt fast durchwegs in bruchstückhafter und stark deformierter Erhaltung vor. Von den verschiedenen Fossilisierungsarten der Gastropoden ist die einer frühdiagenetischen Neubildung von Kalkkonkretionsmassen in den Gehäusen unter Sprengung und Aufblähung derselben von besonderer Bedeutung, da durch sie die für eine generische und spezifische Bestimmung entscheidenden Merkmale verändert und falsche Beurteilungen ausgelöst werden können. Zudem ermöglichen sie im speziellen Fall Sandelzhausen wichtige Aussagen über Existenz und Intensität von bestimmten Bildungsfaktoren in den einzelnen Horizonten der Fundschicht.

Die Grabungen an der Fossil-Lagerstätte werden vom Sonderforschungsbereich 53 „Palökologie" der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert.

Die Materialien werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München unter Inventar-Nummer 1959 II aufbewahrt.

2. Kalkkonkretionen im Vertikalprofil der Fundschicht

Nahezu über den gesamten Bereich der bisher systematisch abgegrabenen Fundschicht lassen sich 4 Haupthorizonte — A, B, C und D, wenngleich in wechselnden Mächtigkeiten und mit faziellen Differenzierungen — ausscheiden. Zu detaillierten Profilbeschreibungen und Sedimentcharakterisierungen kann auf Fahlbusch & Gall (1970) und Fahlbusch et al. (1972) verwiesen werden.

Die überwiegend mergelige Sedimentserie läßt in Karbonatanalysen (unveröffentlicht) einen über das gesamte Vertikalprofil etwa gleichbleibend hohen Kalkgehalt erkennen. Stärkere Konzentrationen liegen nur in Kalkkonkretionen vor, die zu den wichtigsten diagenetischen Erscheinungen in der Fundschicht gehören und bevorzugt im tieferen Profilteil auftreten.

In Schicht **A** (basaler Schotter) zeigt sich hoher Kalkgehalt in Form von regellos eingestreuten, partienweise gehäuft auftretenden Konkretionen im mergeligen Zwischenmittel. Bei zurücktretender Pelitkomponente erfolgt zumeist eine Zementation des Schotters. Kalkkonkretionen sind dann an engbegrenzte Mergellinsen gebunden.

Im Schichtenkomplex **B** (Geröllmergel) treten Kalkkonkretionen bevorzugt basisnah in Linsen und Lagen, auch größeren Partien, angereichert auf. Untere (B_1) und obere Geröllmergel (B_2) können durch eine Konkretionslage von einander abgegrenzt sein. Eine Häufigkeitsabnahme der Konkretionen von Schicht A über B_1 zu Schicht B_2 konnte über größere Flächen der östlichen Grabungsstelle (vgl. Fahlbusch & Gall 1970) beobachtet werden.

Die Schichtenfolge **C** (Mergel mit reichlich organischer Substanz) ist nach bisheriger Beobachtung, trotz hohen Karbonatgehalts im Sediment, frei von Kalkkonkretionen.

Schicht **D** (Schluffmergel) zeigt erhöhten Kalkgehalt in Form von Konkretionen, die in Lagen und Linsen konzentriert sind. Der Grenzbereich zum Liegenden wird durch plattige Kalkanreicherungen markiert.

Die maximal etwa faustgroßen, harten, selten kreidig-mürben Kalkkonkretionen sind von gelblich-weißlicher Farbe. Ihre Gestalt ist vorwiegend rundlich-knollenförmig, entsprechend ihrer Entstehung durch Konzentration ursprünglich fein verteilten Kalziumkarbonats unter zentrifugalem Wachstum von einem Kern aus. Dünnplattige (1—2 cm) Konkretionsmassen bis mehrere dm^2-Größe wurden vornehmlich in den Schichten B_1 und D erfaßt. Fast alle knolligen Konkretionsneubildungen stehen mit deutlich erkennbaren Fossilresten — zumeist Gastropoden, selten Vertebraten-Skelettelementen — in ursächlichem Zusammenhang (S. 8 f.). Die Zementation der Basisschicht A ist dagegen wahrscheinlich durch Grundwasserstau an ihrer Hangendgrenze und damit verbundenem Kalkabsatz erfolgt (Fahlbusch et al. 1972, 339); ähnliche Bildungsvorgänge sind auch für die Kalkplatten am Übergang von Schichten mit unterschiedlich hohem Tongehalt anzunehmen.

Konkretionäre Verformungen von Gastropodengehäusen sind auf die Horizonte A, B und D der Fundschicht beschränkt, wobei die an Konkretionen reichste Schicht B auch die größte Anzahl aufgeblähter Exemplare lieferte.

3. Normaler Erhaltungszustand der Gastropoden

Der wissenschaftliche Wert des 49 Taxa umfassenden Gastropodenmaterials von Sandelzhausen (Gall 1972) ist durch die schlechte Erhaltung beeinträchtigt. M. o. w. vollständig erhaltene und nicht deformierte Schneckengehäuse — zumeist mit tonig-mergeliger Sedimentfüllung — sind äußerst selten und bei den in Abb. 1 berücksichtigten Arten auf die Taxa Nr. 7 (Landschnecken), 11 und 12 (Wasserschnekken) beschränkt. Schalenexemplare stammen in ihrer Mehrzahl aus Schicht D, untergeordnet auch aus Schichtenkomplex B. Die wenigen der Landschnecken

aus Schicht B dürften als leere, mit Luft gefüllte Gehäuse schwimmend in den Sedimentationsraum verfrachtet und ungestört abgelagert worden sein. Wie für die vorwiegend in Schicht D vertretenen unversehrten Gehäuse der Wasserschnecken sind für sie sekundäre Umlagerungen im freigespülten Zustand — auch über geringe Entfernungen — weitestgehend auszuschließen. Da auch keine Präfossilisation erkennbar war, hätten die zarten Gehäuse allenfalls in aufgearbeitete Sediment komponenten eingeschlossen mechanischen Beschädigungen entgehen können.

Schalenerhaltung und die Überlieferung der Gastropoden als Mergelsteinkerne sind durch alle Übergänge miteinander verbunden. So haften den Steinkernen nicht selten ± große Schalenfragmente an, die sich jedoch leicht ablösen. Vollständige Erhaltung ohne Verformung tritt auf, die Regel sind aber Steinkerne mit m. o. w. starker Deformation durch die mechanische Diagenese. Ein bezeichnendes Maximum der Steinkernerhaltung liegt in Schicht D, in der zugleich die geringe Verformung fast aller Gastropoden auffällt. Im Schichtenkomplex B dagegen sind die Steinkerne sowohl der Land- als auch der Wasserschnecken nahezu ausnahmslos in allen möglichen Richtungen — entsprechend ihrer unterschiedlichsten Einbettung — geplättet. Flachgedrückt sind die vereinzelten Steinkern-Exemplare auch in der Schichtenfolge C.

Nicht nur Gastropodengehäuse, die bei ihrer Einbettung weitgehend sedimentfrei blieben, wurden durch den Mächtigkeitsschwund des Sediments bruchdeformiert. In den tonig-mergeligen Sedimenten der Fundschicht mit angedeuteter Schichtung (C_3, D) zeigen sich die einzelnen Schalenbruchstücke der geplätteten Gastropoden unter Überlappung auf eine Ebene nach unten projiziert; dabei erscheinen Druckfiguren mit im wesentlichen konzentrisch und radial verlaufenden feinen Sprüngen. Völlig plattgedrückte Gehäuse sind kennzeichnender Erhaltungszustand der Gastropoden in der Schichtenfolge C. In anderen Schichten (Komplex B) ist diese Fossilüberlieferung nur noch bei den Wasserschnecken — von der Landschnecken-Art 1. (Abb. 1) einmal abgesehen — von nennenswerter Bedeutung.

Durch Aufarbeitung von Sediment mit bruchdeformierten Fossilien in einem frühen Diagenesestadium, wie es für die Fossil-Lagerstätte mehrfach anzunehmen ist (Fahlbusch et al. 1972), wurden die einzelnen Schalenbruchstücke isoliert und als Bruchschillmaterial aus Fragmenten verschiedenster Gastropoden-Taxa resedimentiert. Mechanische Beschädigung und Zertrümmerung der Gehäuse konnte bei den Landschnecken bereits beim Transport ins Sedimentationsbecken erfolgen. Große Bruchschillmengen entstanden vor allem bei den plötzlich in das Ablagerungsbecken einbrechenden Hochwässern (vgl. Fahlbusch et al. 1972, 340f.). Da überwiegend die groben Bestandteile eines Sediments die Zertrümmerung bewirken, finden sich Bruchschill-Anreicherungen vornehmlich in der zahlreich große Gerölle führenden Mergelschicht B. Die einzelnen Schalenfragmente sind darin völlig ungeregelt eingebettet. Der geringe Bruchschill-Anteil in der Basisschicht A muß — neben dem schon primär geringeren Mollusken-Angebot — auf die vorherrschende fluviatile Komponente bei ihrer Entstehung zurückgeführt werden, die das Sedimentmaterial mechanisch weitgehend sortierte. Lagenweise ist Mollusken-Bruchschill in den Schichtenfolgen C und D angereichert, wobei er in diesen höheren Profilabschnitten — bezeichnenderweise synchron mit der Abnahme der Gerölle — zum Hangenden zunehmend zurücktritt (Gall 1972, 28 ff.).

Die Bruchschillmengen der einzelnen Horizonte des Profils sollen an Proben des Testplanquadrats 10-G (vgl. Fahlbusch & Gall 1970) quantitativ erfaßt und für die Genese der Fundschicht ausgewertet werden.

4. Kalkkonkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen

4.1 Allgemeines

Die bisher geschilderten Verformungen des Gastropodenmaterials von Sandelzhausen sind auf die Sedimentkompaktion bei der mechanischen Diagenese zurückzuführen. Sie alle erfolgten unter erheblicher Volumenverminderung.

Verformungen unter Volumenverminderung werden jedoch nicht nur durch diagenetische Vorgänge hervorgerufen; sie können auch durch tektonische Bewegungen verursacht sein. So konnten Albrecht & Furtak (1965) an Fossilien in der Faltenmolasse Oberbayerns lineare Einengungsbeträge bis 26 % ermitteln.

Da sowohl diagenetische wie tektonische Verformungen auch plastisch oder ohne äußerlich erkennbare Brucherscheinungen erfolgen können, verursachten sie bereits schwerwiegende Fehlbestimmungen. So mußten etwa von den 426 beschriebenen Bivalven-Arten aus der St. Gallener Meeresmolasse 85,5 % wieder eingezogen und als Deformationsprodukte von nur noch 64 taxionomisch berechtigten Arten gesehen werden (Fanck 1930 f. Müller 1963).

In der Fundschicht Sandelzhausen erfolgten Verformungen von Fossilien jedoch nicht nur unter Volumenverminderung, sondern durch isochemische Vorgänge während der Frühdiagenese auch unter Volumenvergrößerung bis nahezu 300 % der ursprünglichen Größe. Da die primäre Gehäusemorphologie und -größe so deformierter Gastropoden durch Vergleich mit unversehrten Gehäusen aus der selben Fundschicht annähernd bekannt ist, lassen die Veränderungen auf Ausmaß und Ursache der Deformationen schließen. Zudem vermitteln sie neuartige Erkenntnisse über die Vorgänge bei der Entstehung dieser einzigartigen Fossil-Lagerstätte.

4.2 Erscheinungsform und Entstehungszeitpunkt

Sowohl die Gehäuse der Land- als auch der Süßwasserschnecken können bevorzugt im tieferen Teil der Fundschicht (Schicht A, B; S. 16 f.; Abb. 1) eine auffallende sekundäre Aufblähung zeigen, die auf die Bildung von Kalkkonkretionsmassen im Gehäuse zurückzuführen ist. Die überwiegend dünnschaligen Gastropodengehäuse wurden dabei durch den Wachstumsdruck der Konkretionen gesprengt und die einzelnen Schalenbruchstücke rückten an den Windungsnähten sowie an vornehmlich konzentrisch und radial verlaufenden Sprüngen auseinander. Die Konkretionen zeigen im wesentlichen noch die Gestalt der Gastropoden, sie dürften demnach gehäuseorientiert radial gewachsen sein. Nur in Ausnahmefällen verlief die Expansion völlig unregelmäßig oder war auf Endwindungsteile beschränkt; eine Beziehung zu einer primären Fossilmorphologie läßt sich dann nicht mehr herstellen, obwohl zusammengehörige Schalenfragmente auf den Konkretionen ihre Entstehung aus Mollusken klarlegen.

Vereinzelt sind die Kalkkonkretionsmassen auch an die disartikulierten Skelettelemente von Vertebraten gebunden, obwohl diesen frei zugängliche primäre Hohlräume fehlen. Gebißreste und Extremitätenteile konnten durch sie gleichfalls gesprengt und auseinandergetrieben werden. Im Gegensatz zu den Gastropodengehäusen vermochten die wesentlich stabileren Vertebratenreste jedoch in der Regel dem Wachstumsdruck der Konkretionen zu widerstehen.

Die kalkkonkretionären Neubildungen zeigen gelblich- bis bräunlich-weißliche Farbe; Sedimentkomponenten — Mergelmaterial, Sand und Geröllchen — werden nicht selten von ihnen umschlossen oder haften ihnen an. In den meisten Fällen durchziehen Schwundrisse, die nach außen oder nach innen immer weiter auseinanderklaffen können, septarienartig die Konkretionen.

In 15 untersuchten Dünnschliffen bestand die Grundmasse der Konkretionen aus kryptokristallinem Calcit. Die Säume gegen Hohlräume und Spalten bilden gelegentlich große Calcitkristalle. Die Grundmasse erscheint zumeist ungeregelt, nur vereinzelt treten helle, bogenförmige Streifen aus gröberen Calcitkristallen, die z. T. ± parallel zur Längserstrekkung orientiert sind, auf. In die Grundmasse eingeschlossen sind Quarze (⌀ bis 1 cm), schwach undulös auslöschend, oft sogar kräftig gefeldert, umgeben von einem Kranz aus Calcitkristallen um 50 µ. Einzelne Quarze könnten durch ihre herausfallend kräftige Trübe auf eine andere Herkunft als die der Mehrzahl hinweisen. Akzessorisch treten Muskowit, Chlorit, Mikroklin, Plagioklas und z. T. abgerundete Fragmente aus Quarzit auf. Dunkle, braun durchscheinende Stellen sind sehr feinkörniger Goethit. Die Schalenfragmente zeigen sich als bräunliche, pleochroitische Streifen (frdl. Bestimmung Dr. G. Propach, München).

An den mit Kalkkonkretionen in Verbindung stehenden Gastropodengehäusen ließen sich — im Gegensatz zu den meisten, oft in unmittelbarer Nähe gefundenen Exemplaren in anderer Erhaltung — keine Verformungen nachweisen, die einwandfrei auf die mechanische Diagenese zurückgeführt werden könnten. Daraus muß auf frühdiagenetische Bildung der Konkretionen und Expansion der Gehäuse im Sediment geschlossen werden. Die zahlreichen aufgeblähten Gastropoden — 35,4 % aller Exemplare der in Abb. 1 berücksichtigten Taxa — zeigen in allen Übergangsstadien, daß die isochemische Kalkneubildung, von einem Zentrum ausgehend, zuerst Hohlräume im Gehäuse oder in deren Mergelinhalt ausfüllte. Bei weiterem Wachstum der Konkretionen wurde die Mergelfüllung durch den Wachstumsdruck mechanisch nach außen gedrängt, in kleinen Partien auch umschlossen. Überschritt der Wachstumsdruck der Konkretionen die Schalenfestigkeit und den Auflastdruck, dann kam es zur Sprengung des Gehäuses und die einzelnen Schalenfragmente entfernten sich auf der wachsenden Konkretion voneinander.

4.3 Genese der Konkretionen in den Gastropodengehäusen

Die Entstehung der Kalkkonkretionsmassen in den Gehäusen muß — nach Untersuchungen von Weeks (1953, 1957), Lippmann (1955) und Hayes (1964) — auf die bei den Zersetzungsvorgängen organischer Substanzen frei werdenden Fäulnisgase zurückgeführt werden, wobei einer raschen und mächtigen Überdeckung der Weichteile mit Sediment, die das Entweichen der Zersetzungsgase verhinderte, eine entscheidende Bedeutung zukommt. Die besonderen Sedimentationsbedingungen, die gerade in Sandelzhausen diese ungewöhnlich große Anzahl von Gastropoden mit noch verbliebenen Weichteilen im Gehäuse rasch unter Sedimentbedeckung geraten ließen, sind in dem von Fahlbusch et al. (1972) entworfenen Entstehungsmodell der Fossil-Lagerstätte zu suchen: Zu bestimmten Zeiten erfolgten in Hochwasserphasen verheerende Wasser- und Sedimenteinbrüche in den sonst ruhig-limnischen Ablagerungsraum und überdeckten die autochthone Süßwasserfauna sowie die gesamte, vom Überschwemmungsbereich der Flußniederungslandschaft mitgerissene Fauna mit Sediment. Die Fäulnisgase der so sedimentbedeckten organischen Substanzen ließen am Fossil — durch Auslösung einer alkalischen Reaktion und pH-Wert-Erhöhung — die Löslichkeit der Karbonate abneh-

men und diese aus der an Karbonat gesättigten Porenlösung ausfällen. Da hierdurch jedoch die Karbonatkonzentration der Porenlösung am Fossil gegenüber der Umgebung erniedrigt war, diffundierte durch das Konzentrationsgefälle solange ständig neues Karbonat an die organischen Reste, bis der Fäulnisprozeß abgeschlossen oder kein gelöstes Karbonat mehr verfügbar war. Erst dann kam das ständige Wachstum der Kalkkonkretionen in den Gastropodengehäusen und deren zunehmende Expansion zum Stillstand. Da kalkkonkretionäre Aufblähungen von Gastropodengehäusen jedoch nur aus bestimmten Horizonten der Fundschicht und in unterschiedlicher Menge vorliegen (vgl. Abb. 1), können die geforderten Entstehungsbedingungen durch diesen besonderen Erhaltungszustand für jede Schicht auf ihre Existenz hin überprüft und in ihrer Intensität erkannt werden.

4.4 Berechnung des Verformungsausmaßes

Besonderer Dank gilt Herrn OStR W. Schuster, Gymnasium Dachau, für wertvolle Anregungen zur Berechnung der Deformationsbeträge an den Gastropodengehäusen.

Am vorliegenden Material aufgeblähter Gastropoden — etwa 1000 Exemplare von Land- und Süßwasserschnecken — wurde erkannt, daß die konkretionäre Gehäuseexpansion in den meisten Fällen annähernd gleichmäßig radial von einem Schalenzentrumsbereich aus erfolgte, wodurch die ursprüngliche Schalenmorphologie im wesentlichen erhalten blieb. Veränderungen der primären Gehäusegestalt traten vor allem dann ein, wenn nur die Mündungsregion oder der letzte Umgang aufgebläht wurde, wodurch sich nicht selten das gesamte, unversehrt gebliebene Gewinde an der Windungsnaht anhob.

Von Gall (1972, 5) wurde an etwa 50 Exemplaren eine mittlere Volumenzunahme der Gastropodengehäuse durch Kalkkonkretionsbildung von ca. 40—70 % ermittelt. Diese wie auch die auf S. 10 gegebenen Expansionswerte wurden im Vergleich mit unversehrt erhaltenen Schnecken der gleichen Art aus möglichst gleichem Fundhorizont der Fossil-Lagerstätte nach folgenden 2 Methoden zu berechnen versucht:

1. An dafür geeignet erscheinenden Stellen wurde die aufgetretene Längenänderung — Abstand zwischen zusammengehörigen Schalenfragmenten oder Abstandsänderung zwischen 2 definiten Punkten auf einem nicht deformierten und einem aufgeblähten Gastropodengehäuse — direkt gemessen. Im Mittel ergab sich dabei eine Längenausdehnung von ca. 10 %. Da die Raumausdehnung mit der 3. Potenz der Längenausdehnung gehen dürfte, ergibt sich damit eine Volumenzunahme von ca. 33 %.
2. Der Verlauf der Windungen eines Schneckengehäuses läßt sich beim nicht deformierten Gehäuse durch eine logarithmische Spirale annähern:

$$r = a \cdot e^{m\varphi}$$

(r = Radius, a = Ausgangswert, m = artspezifische Wachstums-konstante, φ = Winkel).

Daraus folgt, daß sich zwei Radiusvektoren, die vom Zentrum aus in die gleiche Richtung zu zwei aufeinanderfolgenden Windungen gezogen werden, stets nur durch einen konstanten Faktor unterscheiden. Dieser Faktor stellt also den Wachstumsfaktor des Schneckengehäuses dar. Es wurde nun an unversehrten Gehäusen der Wachstumsfaktor mit einem Durchmesser des betreffenden Gehäuses

verglichen. Da sich am expandierten Gehäuse dieser Faktor ebenfalls bestimmen ließ, konnte analog der zu erwartende Durchmesser berechnet werden. Der tatsächlich gemessene Durchmesser übertraf den berechneten aber im Mittel um ca. 20 %. Die nach dieser Methode ermittelte Längendehnung von 20 % würde demnach auf eine Volumenausdehnung von ca. 73 % schließen lassen.

Da beim vorgelegten Kurventyp der Krümmungsradius dem zugehörigen Radiusvektor direkt proportional ist, ließe sich durch Messung und Vergleich die Längenausdehnungszahl ermitteln. Da die Messung der Krümmung des expandierten Gehäuses aber problematisch scheint, wurde dieser Gedanke — wie auch andere, wenig Erfolg versprechende oder praktisch nicht durchführbare Meßmethoden der Volumenvergrößerung — nicht weiter an den Objekten verfolgt.

Die direkte Volumenbestimmung von Gastropoden durch Wasserverdrängung im Meßzylinder erbrachte vergleichbare Expansionswerte. Die Anwendung exakter photogeologischer Volumen-Meßmethoden scheiterte aus technischen Gründen.

4.5 Ausmaß der Gehäuseexpansion

Nach den beiden näher beschriebenen Methoden wurden verschiedene Aufblähungsstadien an Exemplaren von 3 dafür besonders geeignet erscheinenden Gastropoden-Taxa getrennt gemessen und anschließend gemittelt. Mit einem nicht aufgeblähten Gehäuse erfolgte dabei der Vergleich eines etwa durchschnittlich expandierten und eines sehr stark aufgeblähten Exemplars der gleichen Gattung oder Art aus der gleichen Fundschicht.

Tropidomphalus-Reihe

Nicht deformiert: *Tropidomphalus (P.) extinctus* (Rambur) — (Taf. 1, Fig. 1)
Durchschnittlich aufgebläht: *Tropidomphalus* sp. — (Taf. 1, Fig. 2)

△ Radial 23 %
△ Dicke 38 % } △ Vol. 108 %

Stark aufgebläht: *Tropidomphalus* ? sp. — (Taf. 1, Fig. 3)

△ Radial 43 %
△ Dicke 35 % } △ Vol. 177 %.

Cepaea eversa larteti (Boissy)- Reihe

Nicht deformiert: *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — (Taf. 1, Fig. 4)
Durchschnittlich aufgebläht: *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — (Taf. 1, Fig. 5)

△ Radial 27 %
△ Dicke 21 % } △ Vol. 95 %

Stark aufgebläht: *Cepaea* cf. *eversa larteti* (Boissy) — (Taf. 1, Fig. 6)

△ Radial 39 %
△ Dicke 35 % } Vol. 162 %.

Planorbarius cornu mantelli (Dunker)- Reihe

Nicht deformiert: *Planorbarius cornu mantelli* (Dunker) — (Taf. 1, Fig. 7)
Stark aufgebläht: *Planorbarius* cf. *cornu mantelli* (Dunker) — (Taf. 1, Fig. 8)

Radial 60 %
67 % } 70 %
80 %
Dicke 35 % } Vol. 290 %.

Der gedrungene Steinkern mit Schalenresten — ohne sichtbare Konkretionsbildungen — der Gattung *Planorbarius* (Taf. 1, Fig. 9) wurde von GALL (1972, 16) mit *P. sansaniensis* (NOULET) verglichen. Der Verdacht, daß hier *P. cornu mantelli* in durchschnittlich expandiertem Zustand vorliegen könnte, wurde durch die Berechnung der Volumenvergrößerung ausgeräumt; die geringe am Objekt meßbare Verformung schließt eine kalkkonkretionäre Herausformung aus der Gehäusemorphologie von *P. cornu mantelli* aus. Die zahlreichen Risse des Steinkerns dürften auf andere Ursachen, etwa Tonquellung mit anschließender Austrocknung, zurückzuführen sein.

4.6 Taxionomische Auswirkungen der Gehäuseaufblähung

Die primäre Gehäusemorphologie ist — neben der Oberflächenstruktur der Schale — das wesentlichste Bestimmungskriterium fossiler Gastropoden. Durch diagenetische und tektonische Verformungen verändert sich diese jedoch, so daß Fehlbestimmungen und sogar Einführung neuer „Arten", die nichts anderes als Deformationsprodukte bereits bekannter Arten darstellen, daraus resultieren können.

In der Fundschicht Sandelzhausen erschwerte vor allem die kalkkonkretionäre Expansion der Gehäuse in zahlreichen Fällen eine definitive Bestimmung des Gastropodenmaterials oder machte sie praktisch unmöglich. Zudem war in mehreren Fällen nur mit größter Mühe eine generische oder spezifische Fehlbeurteilung auszuschließen.

So zeigten besonders stark aufgeblähte Heliciden vereinzelt deutliche Gehäusemerkmale der Subfamilie Campylaeinae, speziell des Genus *Galactochilus* SANDBERGER, 1874. Da dieses jedoch in Sandelzhausen keinen einwandfrei bestimmten Vertreter aufweist (GALL 1972), andererseits aber Konkretionsbildung nachgewiesen ist, wurden die Exemplare der morphologisch ähnlichen, in Sandelzhausen zahlreich vertretenen Gattung *Tropidomphalus* PILSBRY, 1895, als *Tropidomphaluss* sp. zugeordnet. Bedeutendere Größe, erhobeneres, konvex kegelförmiges Gewinde, gewölbtere Basisfläche und rascher anwachsende, gerundetere Umgänge sind mit großer Wahrscheinlichkeit durch die Konkretionsbildung in den Gehäusen verursacht.

Wegen chemisch-diagenetischer Aufblähung konnte in mehreren Fällen auch nicht entschieden werden, welche von den beiden aus der Fundschicht bekannten Cepaeen-Arten in expandiertem Zustand vorliegt. Die Gehäusemorphologie von *C. silvana silvana* (KLEIN) konnte sich nämlich nachweisbar durch die Kalkkonkretionsbildung im Gehäuse unter Heraushebung des Gewindes — oft als Ganzes — der mehr kugeligen Gestalt von *C. eversa larteti* (BOISSY) angleichen.

Unter den Lymnaeiden — nicht deformiertes und stark aufgeblähtes Exemplar siehe Taf. 1, 10., 11. — mußte die Zuordnung einzelner expandierter Exemplare zur Art *Radix (R.) socialis socialis* (ZIETEN) — trotz eindeutiger Gehäusemorphologie — unsicher bleiben, da Formen mit bauchiger Endwindung und aufgesetztem Gewinde nachweisbar aus allen anderen in der Fundschicht vertretenen *Radix*-Arten (GALL 1972) durch Expansion vor allem der Mündungsregion entstehen können. Erst über den Versuch einer Rückführung der Aufblähungserscheinungen gelang an solchen Exemplaren zuweilen eine abgesicherte Bestimmung.

Als besonders schwierig erwies sich in zahlreichen Fällen die Entscheidung, ob bei gedrungenen *Planorbarius*-Exemplaren sekundär stark aufgeblähte Individuen von *P. cornu mantelli* (DUNKER) oder nur schwach expandierte Gehäuse der Art *P. sansaniensis* (NOULET) vorliegen. Dicke, gedrungene Gestalt konnte vor allem dann mit Sicherheit auf kalkkonkretionäre Gehäuseaufblähung bei *P. cornu mantelli* zu-

rückgeführt werden, wenn lediglich die Endwindung erweitert war und sich die Innenwindungen noch in normaler Dicke als Mergelsteinkerne zeigten. In Einzelfällen führten auch detaillierte Vermessungen morphologischer Elemente (Gall 1972, 15 f.) oder rechnerische Auswertung des Verformungsausmaßes (S. 11) zu einwandfreien Art-Zuordnungen, doch mußte bei einem beträchtlichen Anteil des *Planorbarius*-Materials eine exakte Bestimmung unterbleiben.

5. Diagramm der Gastropoden-Erhaltung in der Fundschicht (Abb. 1) und seine Auswertung

Im Diagramm der Gastropoden-Erhaltung in Sandelzhausen (Abb. 1) wird in das nach den Mächtigkeitsverhältnissen im Planquadrat 10-G (vgl. Fahlbusch & Gall 1970) schematisierte Vertikalprofil der Fundschicht mit ihren Haupthorizonten der Erhaltungszustand ausgewählter und horizontiert vorliegender Taxa von Land- und Süßwasserschnecken in rechtsseitigen Bandspektren eingetragen. In den Spektren gleicher Bandbreite, die 100% entspricht, erscheinen in senkrechten Kolonnen die relativen Anteile der nachgewiesenen Erhaltungszustände einer Art in der jeweiligen Schicht. Die absolute Individuenzahl einer Art in einem bestimmten Horizont wird links unten vermerkt. Einzelne Prozentwerte sind infolge geringer Individuenzahl nicht sehr aussagekräftig; obwohl zudem die entscheidenden Faktoren einer bestimmten Fossilerhaltung in der Fundschicht nur schwer zu fassen sind, soll doch eine Interpretation des Diagramms versucht werden.

Neben dem von Gall (1972) systematisch bearbeiteten Gastropodenmaterial stand für diese Untersuchung zusätzliches von den jüngsten Grabungsaktionen zur Verfügung.

Sowohl die Land- als auch die Süßwasserschnecken sind in Schicht D überwiegend überliefert als Mergelsteinkerne, in Schicht C als flachgedrückte Gehäuse, in Schicht B und Schicht A als konkretionär aufgeblähte Gehäuse.

Aus dem Diagramm läßt sich ersehen, daß der Erhaltungszustand der Landschnecken-Arten (1.—8. in Abb. 1) in den einzelnen Schichten im wesentlichen von Genese und Diagenese einer Schicht sowie von Entfernung vom Einbettungsort und der Lage zum Überschwemmungsbereich der Schneckenstandorte bestimmt wird. Da für alle Landschnecken in einer Schicht die sedimentologischen Bedingungen annähernd gleichartig gewesen sein dürften, sind für unterschiedliche Erhaltung in erster Linie die beiden letzteren, von einander unabhängigen Faktoren der Lage des Biotops entscheidend. Nicht unberücksichtigt bleiben darf allerdings die unterschiedliche Resistenz der Gehäuse gegen Zerstörung auf Grund verschiedener Schalendicke und Morphologie.

Ausnahmslos in flachgedrückten, jedoch weitgehend vollständigen Schalenexemplaren ist *Archaeozonites costatus* (1. in Abb. 1) überliefert. Der in diesem Ausmaß auf diese Art beschränkte Erhaltungszustand kann einerseits darauf zurückgeführt werden, daß die Gehäuse nur postmortal von außerhalb des Überschwemmungsbereiches gelegenen Waldstandorten des wasserferneren Hinterlandes unter ruhigen Transport- und Sedimentationsverhältnissen in die Ablagerung gelangten und frühzeitig durch die Sedimentkompaktion geplättet wurden. Das Fehlen dieser Art vornehmlich in Horizonten mit kräftiger fluviatiler Beeinflussung oder Überprägung weist andererseits darauf hin, daß die besonders dünnschaligen und damit empfindlichen Gehäuse einer verstärkten mechanischen Beanspruchung durch flächenhafte Abspülung oder Umlagerung kaum widerstehen konnten.

Abb. 1: Diagramm der Gastropoden-Erhaltung in der Fundschicht Sandelzhausen (Zeichnung R. SONNTAG).

Exemplare der Gattung *Tropidomphalus* liegen aus Schicht C ausschließlich in flachgedrückten Gehäusen, aus Schicht D nur in Mergelsteinkernen vor. Die beiden *Tropidomphalus*-Arten 2. und 4. (Abb. 1) zeigen in Vorkommen und Erhaltung in den einzelnen Schichten des Vertikalprofils weitgehende Übereinstimmung, die gemeinsame oder ähnlich geprägte Standorte wahrscheinlich erscheinen läßt. Von ihren im Überschwemmungsbereich der Flußniederung gelegenen Standorten dürften sie bei Entstehung von Schicht B_1 in Hochwasserphasen noch lebend oder nicht vollständig verwest in den Ablagerungsraum transportiert und rasch mit Sediment überdeckt worden sein. Kalkkonkretionäre Aufblähung der Gehäuse war die Folge. *T. incrassatus* (3. in Abb. 1) dagegen zeigt deutlich abweichendes Auftreten im Profil und andere Erhaltung; diese Art dürfte so andere Biotope bevorzugt besiedelt haben, die wahrscheinlich nicht mehr im Überschwemmungsbereich bei Hochfluten lagen. Ihr Auftreten im Vertikalprofil scheint jedenfalls für ruhige, postmortale Einschwemmung zu sprechen. Gerade bei den vergleichsweise flachen und dünnschaligen Gehäusen von *T. incrassatus* ist jedoch eine nur geringe Resistenz gegen turbulenten Transport bei Hochwasser zu erwarten, die das Fehlen dieser Art in den tieferen Schichten mit erklären könnte.

Die Auswertung des Diagramms der Gastropodenerhaltung erhärtet die von Gall (1972, 26) geäußerte Vermutung, daß die Cepaeen-Arten *C. eversa larteti* (6.) und *C. silvana* (7. in Abb. 1) unterschiedliche ökologische Ansprüche stellten. Große Unterschiede im Erhaltungszustand im tieferen Profilteil lassen einen gemeinsamen Standort äußerst unwahrscheinlich erscheinen, da ein solcher weitgehend gleiche Transport- und Ablagerungsbedingungen und damit gleiche Erhaltung zur Folge gehabt hätte. Im höheren Profilteil, für den überwiegend eine reine limnische Entwicklung gegeben ist, erscheinen beide Arten als Mergelsteinkerne. Für die vorliegenden Exemplare von *C. silvana* aus Schichtenkomplex B ist auch postmortale Verfrachtung leerer Gehäuse während ruhig verlaufender Sedimentationsphasen wahrscheinlich.

Ihre mittelfeuchten Standorte sind in Nähe des Seebeckens zu erwarten, außerhalb, wahrscheinlich jedoch innerhalb des Überschwemmungsbereiches. Trotzdem liegt *C. silvana* nur in einem einzigen expandierten Exemplar vor. Eine Erklärung hierfür könnte auch in der Dünnschaligkeit ihrer Gehäuse liegen, die dadurch wenig resistent gegen Zerstörung durch turbulenten Transport waren.

Die kugelige und dickschalige, dadurch wesentlich robustere *C. eversa larteti* dagegen dürfte in Schicht B von ihren zwar fern des Einbettungsortes, jedoch noch im Überschwemmungsbereich gelegenen trocken-warmen Standorten fast ausschließlich durch Hochwasserfluten mitgerissen und im Ablagerungsraum noch mit Weichteilen sedimentüberdeckt worden sein.

Die überwiegend Heliciden fressende Raubschnecke *Palaeoglandina* (8. in Abb. 1) zeigt in ihrer Erhaltung weitgehende Übereinstimmung mit *C. silvana*. Sie dürfte so unter den Cepaeen-Arten vornehmlich diese Art an deren Standorten gejagt haben. Mit *C. eversa larteti* läßt allzu unterschiedlicher Erhaltungszustand in den einzelnen Schichten kaum einen gemeinsamen Lebensraum erwarten.

Die Süßwasserschnecken (9.—13. in Abb. 1) gehören zu den autochthonen Faunenelementen des Ablagerungsraumes. Der Erhaltungszustand ihrer individuenreichsten Arten ist in den jeweiligen Schichten nahezu gleich, da er nur von den für alle Taxa annähernd gleichen Bedingungen der Sedimentation und Diagenese geprägt wurde.

In den Schichtenfolgen C und D läßt die Erhaltung aller aquatischen Formen überwiegend ruhige Ablagerung von Sediment und Fossilinhalt rekonstruieren. Nur *Radix socialis socialis* (9. in Abb. 1) scheint auf Grund ihrer konkretionären Überlieferung in Ausnahmefällen noch mit Weichteilen rasch sedimentüberdeckt worden zu sein.

Im tieferen Profilteil dagegen ist Neubildung von Kalkkonkretionen unter Aufblähung der Gehäuse, oft bis zur Unbestimmbarkeit, kennzeichnend. Während die *Radix*- und *Planorbarius*-Arten zudem in Schicht D überwiegend als Mergelsteinkerne großer, adulter Exemplare überliefert sind, fallen in Schicht A und B neben den adulten zahlreiche juvenile Individuen, konkretionär expandiert, auf. Dies läßt sich zwanglos dadurch erklären, daß in das Seebecken mit reicher Molluskken-Lebensgemeinschaft durch episodisch auftretende Hochwässer rasch Sedimentmassen großer Mächtigkeit verfrachtet wurden, die die Süßwasserfauna und -flora nahezu quantitativ unter Sediment begruben. Allein schon die durch diese Vorgänge hervorgerufene Turbulenz und Wasserverschmutzung mußte einen Großteil des aquatischen Lebens vernichten.

6. Konkretionäre Gehäuseaufblähung und Genese der Fundschicht

Da kalkkonkretionäre Deformationen an Schneckengehäusen nur unter ganz bestimmten Ablagerungsbedingungen — rasche Sedimentüberdeckung von Gastropoden mit Weichteilen — entstehen können, ermöglichen sie wichtige Rückschlüsse auf die Genese der Schichten. So dürfen Auftreten, Häufigkeit und Stärke der Gehäuseexpansionen im speziellen Fall Sandelzhausen als Maßstab für Existenz und Intensität der turbulenten Wasser- und Sedimenteinbrüche in das Ablagerungsbekken gelten.

Durch plötzlich und kurzzeitig auftretende Hochwasserbeeinflussungen des Sedimentationsbeckens mit sonst vorwiegend ruhiger limnischer Entwicklung dürfte vor allem die reiche autochthone Wasserfauna (Gall 1972) nahezu quantitativ vernichtet worden sein. Im Vergleich zu den allochthonen Elementen der überschwemmten Flächen der Flußniederung müßten ihre Vertreter stärker und häufiger kalkkonkretionär aufgebläht vorliegen.

Das gesamte aus Sandelzhausen vorliegende Material der in Abb. 1 aufgeführten Arten zeigt, daß die Süßwasserschnecken in der Tat durchschnittlich und auch im Maximum stärker expandiert sind als die Landschnecken (bis ca. 300 % gegenüber bis ca. 180 %; vgl. S. 10). Der Grund liegt darin, daß die Wasserformen fast ausschließlich lebend unter Sediment begraben wurden und so die Fäulnisgase des gesamten Weichkörpers kalkausscheidend wirken konnten. Die Landschnecken dagegen gelangten von ihren Standorten nur selten lebend, oft nur noch mit Weichteilfragmenten, halb verwest und durch den Transport zerstört, in das Sediment.

Von den insgesamt 762 näher untersuchten Land- und Süßwasserschnecken aus allen Horizonten der Fundschicht liegt über ein Drittel — 35,4 % — in konkretionär aufgeblähten Gehäusen vor. Während von den 142 Landschnecken-Exemplaren jedoch nur 19,7 % durch die chemische Diagenese deformiert sind, zeigt ein doppelt so hoher Prozentsatz — 39 % — der 620 berücksichtigten Wasserformen die konkretionäre Expansion.

Diese Ergebnisse bestätigen so in eindeutiger Weise die von Fahlbusch et al.

(1972, 338 ff.) angenommenen komplexen Vorgänge bei der Entstehung der Fossil-Lagerstätte.

Die einzelnen Gastropoden-Arten in Abb. 1 zeigen folgenden prozentualen Anteil konkretionär expandierter Gehäuse (die Prozentangaben stellen in mehreren Fällen wegen zu geringer Individuenzahl nur grobe Näherungswerte dar):

Landschnecken

Fossil-nummer (Abb. 1)	Individuen-zahl n	% aufge-bläht
1	13	0
2	7	∿30
3	33	0
4	4	∿50
5	15	∿70
6	32	∿40
7	27	∿ 5
8	11	0

Süßwasserschnecken

Fossil-nummer (Abb. 1)	Individuen-zahl n	% aufge-bläht
9	9	∿10
10	255	30
11	5	0
12	272	36
13	79	∿84

Bei den Landschnecken sind die Gehäuseaufblähungen gänzlich auf den Schichtenkomplex **B** beschränkt. Bei den Süßwasserschnecken erreichen sie in der gleichen Schichtenfolge ein bezeichnendes Maximum mit 95,2 %, während sie untergeordnet noch in Schicht A (4,4 %) und Schicht D (0,4 %) auftreten. Die genetische Sonderstellung des Schichtenkomplexes B wird am besten durch die Vertikalverteilung aller konkretionär aufgeblähten Gehäuse von Land- und Wasserschnecken verdeutlicht. So sind allein 95,6 % aller Gehäuseexpansionen aus Schicht B bekannt und nur 4 % aus Schicht A bzw. 0,4 % aus Schicht D. Für diesen lithofaziell ungewöhnlichen und hinsichtlich seiner Entstehung lange Zeit umstrittenen Geröllmergel-Komplex B sind daher im Vergleich zu den anderen Schichten besondere Ablagerungsbedingungen durch einseitige Verlagerung auf einen der Bildungsfaktoren zu erwarten. Fast ausschließlich bei seiner Entstehung waren die für eine chemisch-diagenetische Verformung der Gastropodengehäuse zu fordernden Sonderbedingungen gegeben. Bei seiner Entstehung muß mit wiederholten katastrophalen Wasser- und Sedimenteinbrüchen in ein Seebecken mit sonst ruhiger Entwicklung gerechnet werden. Lithofazies und Biostratinomie dieser Schicht liefern hierfür weitere Hinweise (Fahlbusch et al. 1972).

Auch in der basalen Schicht **A** fanden derartige Sedimentationsvorgänge mit großer Wahrscheinlichkeit — wenn auch in abgeschwächter Form — statt; eine nahezu übermächtige fluviatile Komponente überprägte jedoch anschließend das Sediment, so daß nur noch Relikte einer ruhigen limnischen Entwicklung und der sie unterbrechenden turbulenten Phasen erhalten sind.

Die vorgenommene Untersuchung läßt für die gesamte Schichtenfolge **C** auf Grund des Fehlens konkretionärer Aufblähungen derartige Beeinflussungen während Hochwasserphasen ausschließen. In Schicht **D** herrschte eine nahezu ungestörte limnische Entwicklung; Lithofazies und Molluskenfauna belegen ein tieferes, seeartiges

Wasserbecken (Gall 1972, 30). So kommt dem Einzelfund eines expandierten Gehäuses wenig Bedeutung zu, zumal eine aquatische Form im Sonderfall auch ohne besondere Ablagerungsvorgänge noch mit Weichteilen sedimentüberdeckt werden konnte.

Eine Aufschlüsselung der Gehäuseexpansionen nach den beiden Haupthorizonten B_1 und B_2 des Schichtenkomplexes B zeigt folgendes Bild:

	Fossilnummer (Abb. 1)	% der Aufblähungen in B_1	B_2
Landschnecken	2	100	0
	4	100	0
	5	0	100
	6	~40	~60
	7	0	100
Süßwasserschnecken	10	~56	~36
	12	~89	~ 6
	13	~40	~60

Die kalkkonkretionären Aufblähungen von Landschneckengehäusen treten in den Horizonten B_1 und B_2 mit etwa gleicher Häufigkeit auf. Bei den Süßwasserschnecken dagegen zeigen die expandierten Gehäuse in Schicht $\mathbf{B_1}$ ein deutliches Maximum; sie lassen in dieser Schicht eine raschere und stärkere Sedimentüberdeckung mit nahezu quantitativer Vernichtung und Einbettung der autochthonen Fauna wahrscheinlich erscheinen. Auch die absolute Individuenzahl der wichtigsten Wasserschnecken-Arten ist in Schicht B_1 wesentlich größer als in Schicht B_2. Die durch die katastrophalen Schichtfluten in Schicht B_1 weitestgehend vernichtete Lebensgemeinschaft dürfte sich in einer nur kurzzeitig ruhig-limnischen Phase bis zum Hochwassereinbruch in Schicht B_2 so noch nicht wieder völlig regeneriert haben. Wenn auch als Ursache dieser Verarmung der Wasserschneckenfauna verschlechterte Lebensbedingungen im limnischen Biotop durch seichteres, trüberes oder stärker strömendes Wasser möglich wäre (Gall 1972, 29), so läßt sich doch der Komplex B nicht als eine einzige, einheitliche Schicht erklären. Vielmehr zeigt die hier angewandte Methode — trotz geringer Individuenzahl bei mehreren Arten und grober statistischer Methoden, daß Schicht B_1 und Schicht B_2 zwar genetisch annähernd gleichartige, zeitlich jedoch g e t r e n n t e Sedimentfolgen sind.

Angeführte Schriften

Albrecht, K. & Furtak, H.: Die tektonische Verformung der Fossilien in der Faltenmolasse Oberbayerns zwischen Ammer und Leitzach. — Geol. Mitt., **5**, 227—248, 14 Abb., 4 Tab., Aachen 1965.

Fahlbusch, V.: Die Cricetiden (Mamm.) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F. **118**, 1—136, 67 Abb., 7 Taf., München 1964.

Fahlbusch, V. & Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdekkung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 9 Abb., 1 Taf., München 1970.

Fahlbusch, V., Gall, H. & Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1972**, 6, 331—343, Stuttgart 1972.

Fanck, A.: Die bruchlose Deformation von Fossilien durch tektonischen Druck und ihr Einfluß auf die Bestimmung der Arten. Beobachtet und bearbeitet an den Pelecypoden der St. Galler Meeresmolasse. — Diss. Univ. Zürich, 59 S., 9 Abb., Zürich 1930 — [Mskr.].

Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **12**, 3—32, 3 Abb., 1 Tab., München 1972.

Hayes, J. B.: Geodes and concretions from the Mississippian Warsaw Formation, Keokuk Region, Iowa, Illinois, Missouri. — J. Sediment. Petrol., **34**, 1, 123—133, 12 Fig., Menasha 1964.

Heissig, K.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **12**, 57—81, 2 Abb., 1 Taf., München 1972.

Lippmann, F.: Ton, Geoden und Minerale des Barrême von Hoheneggelsen. — Geol. Rdsch., **43**, 475—503, 4 Abb., Stuttgart 1955.

Müller, A. H.: Lehrbuch der Paläozoologie. Band I: Allgemeine Grundlagen. — 387 S., 228 Abb., Jena 1963.

Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 3. Suidae (Artiodactyla, Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, 129—170, 23 Abb., 2 Taf., München 1971.

Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **12**, 83—95, 3 Abb., 2 Taf., München 1972.

Weeks, L. G.: Environment and mode of origin and facies relationships of carbonate concretions in shales. — J. Sediment. Petrol., **23**, 3, 162—173, 5 Fig., Menasha 1953.

Weeks, L. G.: Origin of carbonate concretions in shales, Magdalena Valley, Colombia. — Bull. Geol. Soc. Amer., **68**, 95—102, 1 Fig., 4 Pls., New York 1957.

Tafelerklärung

Tafel 1

Verschiedene Stadien der Aufblähung von Gastropodengehäusen aus der Fundschicht Sandelzhausen

Fig. 1—3: *Tropidomphalus* — Reihe (Oberseite)
1: *Tropidomphalus (P.) extinctus* (Rambur) — nicht aufgebläht
2: *Tropidomphalus* sp. — durchschnittlich aufgebläht
3: *Tropidomphalus* ? sp. — stark aufgebläht
Fig. 4—6: *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — Reihe (Unterseite)
4: *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — nicht aufgebläht
5: *Cepaea eversa larteti* (Boissy) — durchschnittlich aufgebläht
6: *Cepaea* cf. *eversa larteti* (Boissy) — stark aufgebläht
Fig. 7—8: *Planorbarius cornu mantelli* (Dunker) — Reihe (Unterseite)
7: *Planorbarius cornu mantelli* (Dunker) — nicht aufgebläht
8: *Planorbarius* cf. *cornu mantelli* (Dunker) — stark aufgebläht
Fig. 9: *Planorbarius sansaniensis* (Noulet) — Unterseite
Fig. 10—11: *Radix socialis dilatata* (Noulet) — Reihe
10: *Radix (R.) socialis dilatata* (Noulet) — nicht aufgebläht
11: *Radix (R.)* cf. *socialis dilatata* (Noulet) — stark aufgebläht.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 19—29 | München, 15. 12. 1973

Ammoniten aus dem Dolomit von Großmehring bei Ingolstadt (Untertithon, Südliche Frankenalb, Bayern)

Von Gerhard Schairer und Seyed-Ali Yamani[1])

Mit 2 Abbildungen und Tafel 2

Zusammenfassung

Es werden 5 Reste folgender Ammoniten-Arten beschrieben: *Lithacoceras* aff. *ulmense* (Oppel), *Usseliceras (Usseliceras)* aff. *franconicum* Zeiss, cf. *Usseliceras (Subplanitoides), Aspidoceras* cf. *longispinum bispinosum* (Zieten). Aufgrund dieser Funde ist der Korallen-*Diceras*-Dolomit von Großmehring in das Untertithon (Mörnsheimer Schichten, Malm Zeta 3 und Usseltal-Schichten, Malm Zeta 4) zu stellen.

Abstract

Four species of ammonites are described from the dolomite of Großmehring 9 km East of Ingolstadt, Bavaria: *Lithacoceras* aff. *ulmense* (Oppel), *Usseliceras (Usseliceras)* aff. *franconicum* Zeiss, cf. *Usseliceras (Subplanitoides), Aspidoceras* cf. *longispinum bispinosum* (Zieten). These ammonites tend to prove that the dolomite is Lower Tithonian (Mörnsheim beds, Malm zeta 3 and Usseltal beds, Malm zeta 4).

Inhalt

Einleitung 19
Beschreibung der Ammoniten 20
Altersstellung 26
Schriftenverzeichnis 28

Einleitung

Im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Bivalven-Fauna aus dem Korallenkalk von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau untersuchte S.-A. Yamani (1973) auch die von Großmehring. Zum Vergleich beider Faunen und zur Ausdeutung vorhandener Unterschiede war eine altersmäßige Einstufung des Korallen-*Diceras*-Dolomits von Großmehring von Interesse. Da Ammoniten von dieser Lokalität bisher

[1]) Dr. G. Schairer, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie; Dr. S.-A. Yamani, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

noch nicht bekannt geworden waren, basierte die stratigraphische Einstufung auf der Analyse der geologischen Verhältnisse und Faunenvergleichen mit Vorkommen, deren Alter z. T. durch Ammoniten gesichert ist. Herrn S.-A. YAMANI gelang es nun mit Unterstützung durch Herrn J. SCHULZ, Ingolstadt, erstmals 5 Cephalopodenreste — 4 Ammoniten und ein Nautilide (cf. *Pseudaganides*, 1971 XX 2) — von diesem Vorkommen zu gewinnen. Ein weiteres Exemplar stammt aus Aufsammlungen von Dr. V. JANICKE, München. Im folgenden werden die Ammoniten beschrieben und die Altersstellung des Dolomits diskutiert.

An dieser Stelle möchten wir den Herren E. W. BEIKLER, S. FLECK, J. SCHULZ, Ingolstadt und R. GEIER, Dachelhofen b. Schwandorf für ihre Bemühungen und die Bereitwilligkeit, mit der sie uns die Stücke zur Verfügung stellten, danken. Das Material wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, unter den Inventar-Nr. 1971 XX und 1972 I aufbewahrt.

Die Exemplare stammen aus dem Steinbruch im Steinberg, 1,5 km NE Großmehring. Der Bruch erschließt den Dolomit in einer Mächtigkeit von ca. 20 m. In den Wänden lassen sich massige Teile von solchen mit undeutlicher Bankung unterscheiden. Das Einfallen der Schichtung wechselt rasch auf kurze Distanz und ist stets von den massigen Partien weggerichtet. So ist anzunehmen, daß im Steinberg ein Komplex mehrerer kleiner Riffe mit zugehörigen Übergußschichten erschlossen ist. Der Aufbau entspricht dem des Korallen-Riffkomplexes von Laisacker (BARTHEL et al. 1971).

Im oberen Teil des Bruches sind in Vertiefungen weißliche, nur stellenweise stärker verfestigte Sandsteine mit einzelnen rötlichen Quarzitknollen eingelagert. Sie dürften der Kreide angehören. Stellenweise finden sich darüber Tone und Kalke der Oberen Süßwassermolasse.

Abkürzungen

Dm	:	Durchmesser
Do	:	Zahl der Dornen auf einem Umgang
a	:	außen
i	:	innen
Nw, Nw %	:	Nabelweite, Nw in Prozent des Dm
SR	:	Zahl der Sekundärrippen auf 10 UR
UR	:	Zahl der Umbilikalrippen auf einer Windung
Wb, Wb %	:	Windungsbreite, Wb in Prozent des Dm
Wh, Wh %	:	Windungshöhe, Wh in Prozent des Dm
Wq	:	Windungsquerschnitt

Beschreibung der Ammoniten

Lithacoceras aff. *ulmense* (OPPEL)

M a t e r i a l : 2 Stücke. 1) ein bruchstückhaft erhaltener Abdruck mit Innenwindungen (bis 30 mm Dm) in Steinkernerhaltung; 2) Bruchstück eines vollständig gekammerten Steinkerns.

Exemplar 1 (1972 I 148)
Taf. 2, Fig. 4; Abb. 1a

Beschreibung: Ergänzt man das Bruchstück, so erhält man einen Gesamt-Dm von ca. 160 mm. Bei der Rekonstruktion ergab sich, daß sich der Nabel ab ca. 120 mm Dm rasch erweitert. Man kann daraus schließen, daß das Individuum bei ca. 190—200 mm Dm seine Endgröße erreichte.

Der innerste Teil (bis 30 mm Dm) ist mäßig weit genabelt. Die Nabelwand fällt steil nach innen ab. Eine Nabelkante ist nicht ausgebildet, der Übergang Nabelwand — Flanke ist fließend. Die Flanken sind konvex und gehen allmählich in die Externseite über. Die Externseite ist breit, gerundet. Der Wq ist rundlich bis nierenförmig, breiter als hoch. Die größte Wb wird auf Flankenmitte erreicht. Die Skulp-

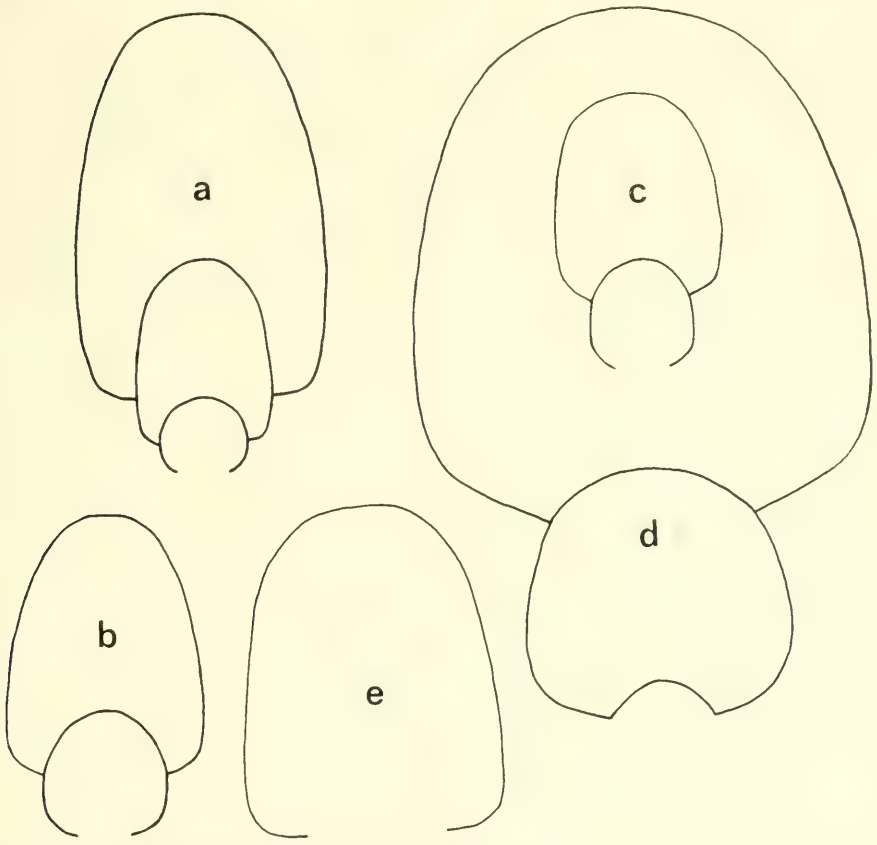


Abb. 1: Windungsquerschnitte (a, c, d, e rekonstruiert). a—b) *Lithacoceras* aff. *ulmense*. a: Exemplar 1, Dm ca. 100 mm, Wh 38 mm; b: Exemplar 2, Dm ca. 60 mm, Wh 25 mm. c) cf. *Usseliceras (Subplanitoides)*, Dm ca. 60 mm, Wh 20 mm. d) *Aspidoceras* cf. *longispinum bispinosum*, Dm ca. 140 mm, Wh ca. 50 mm. e) *Usseliceras (U.)* aff. *franconicum*, Dm ca. 80 mm, Wh 32 mm.

tur besteht aus vorwiegend biplikaten und einzelnen ungespaltenen Rippen. Die UR beginnen an der Naht, sind kräftig und deutlich prorsiradiat. Die SR sind nur wenig schwächer als die UR und ziehen gerade und ungeschwächt über die Externseite hinweg. Gegen die UR erscheinen sie etwas nach rückwärts abgebogen. Die Rippenspaltpunkte liegen auf 0,6 der Flankenhöhe. Auf der letzten Windung sind 3 kräftige, prorsiradiate Einschnürungen vorhanden.

Der direkt folgende $^3/_4$ Umgang umschließt einen engen Nabel. Die Nabelwand ist steil und niedrig, die Nabelkante gerundet. Die Rippen sind zunächst weiter gestellt und kaum prorsiradiat. Nach vorn wird die Skulptur dichter und feiner, die Rippen verlaufen deutlich prorsiradiat. Einschnürungen sind vorhanden, aber undeutlich.

Der darüber liegende Windungsteil ist eng genabelt. Die wenig hohe Nabelwand fällt steil nach innen. Der Nabelrand ist deutlich ausgeprägt und gerundet. Die Flanken sind konvex. Die Externseite ist schmal und leicht gewölbt. Der Wq ist hochoval, wesentlich höher als breit. Die größte Wb liegt etwas innerhalb der Flankenmitte. Die Skulptur ist zunächst dicht und fein, gegen Ende des Umgangsfragments treten die Rippen weiter auseinander und werden breiter. Die Rippen beginnen an der Naht und sind prorsiradiat. Sie sind zumeist biplikat, gelegentlich auch ungespalten. Die SR ziehen gerade über die Externseite hinweg. Die Rippenspaltpunkte liegen auf 0,5—0,6 der Flankenhöhe.

Das Fragment der äußersten Windung weist weitstehende UR auf. Sie beginnen an der Naht, sind auf der steilen Nabelwand rursiradiat, biegen auf dem gerundeten Nabelrand nach vorn und sind dort verdickt. Anschließend sind auf der flachen Flanke nur noch undeutliche, prorsiradiate, sich nach außen verbreiternde Wellen zu beobachten. Gelegentlich lassen sich darauf einzelne SR erkennen. Daraus ist zu schließen, daß auf der letzten Windung die Skulptur aus fascipartiten Rippeneinheiten bestand. Die verwischten Spaltpunkte sind auf ca. $^1/_3$ Flankenhöhe zu suchen. Insgesamt war die Skulptur auf der äußeren Windung bis auf die Rippenstiele abgeschwächt.

Merkmalswerte (* rekonstruiert)

Dm	Nw		Wh		Wb		UR	SR
mm	mm	%	mm	%	mm	%		
* 162	54	33	61	38				
* 125	35	28	49	39				
29	11	38	10,5	36	12,5	43	40	17
23,7	8,6	36,2	8	33,7			ca. 35	17

Exemplar 2 (1972 I 147)
Taf. 2, Fig. 2; Abb. 1b

Beschreibung: Der Nabel ist eng, die Nabelwand steil. Die Nabelkante ist gerundet. Die Flanken sind leicht konvex, nach außen geneigt. Die Externseite ist schmal und gerundet. Der Wq der äußeren Windung ist hochoval, die größte Wb liegt nahe dem Nabelrand. Der Wq der nächst inneren Windung ist rundlich. Die Skulptur auf dem äußeren Windungsteil ist dicht und fein, auf den inneren Windungen gröber und weiterstehend. Die Rippen beginnen an der Naht, sind gerade und prorsiradiat. Sie sind im wesentlichen biplikat, z. T. auch ungespalten. Die SR

ziehen gerade und ungeschwächt über die Externseite hinweg. Die Rippenspaltpunkte liegen zwischen 0,5 und 0,6 der Flankenhöhe. Auf dem äußeren Windungsteil sind 2 kräftige, prorsiradiate Einschnürungen vorhanden.

Merkmalswerte (außer Wb alle rekonstruiert)

Dm	Nw		Wh		Wb	
mm	mm	%	mm	%	mm	%
63	20	32	26	41	19,5	31
48	17	35,5	21	44	17,3	36
32					12,7	39,7

Bemerkungen: Die Exemplare sind am besten mit dem von SCHNEID (1915, Taf. 4, Fig. 3) als *Virgatosphinctes (Perisphinctes) ulmensis* OPPEL emend. SCHNEID abgebildeten Stück zu vergleichen. Dieses ist bei entsprechendem Dm etwas enger genabelt. Die inneren Windungen sind z. T. ein wenig gröber berippt, auf den Außenwindungen stehen die Rippen dagegen etwas dichter. Dort scheinen die Rippenspaltpunkte auch etwas höher zu liegen als bei dem größeren der Großmehringer Exemplare.

Usseliceras (Usseliceras) aff. *franconicum* ZEISS

Abb. 1 e, 2

Material: Ein fast vollständig erhaltener Steinkern (1972 I 154).

Beschreibung: Der Gesamt-Dm beträgt ca. 95 mm. Der Nabel ist eng, die Nabelwand fällt steil nach innen. Die Nabelkante ist gerundet. Die Flanken sind leicht konvex und nach außen geneigt. Die Externseite ist breit und flach gerundet. Der Wq ist gerundet hochrechteckig, die größte Wb liegt wenig außerhalb der Nabelkante.

Auf den inneren Windungen sind die UR leicht prorsiradiat. Einschnürungen sind vorhanden. Auf dem letzten Umgang sind die Rippen deutlich prorsiradiat: im hinteren Teil auf Flankenmitte leicht vorgezogen, im mittleren Teil gerade und vorn schwach konkav. Die Rippeneinheiten sind zunächst biplikat mit einem Spaltpunkt auf 0,6 der Flankenhöhe. Weiter nach vorn schalten sich bidichotome Rippeneinheiten ein mit einem inneren Spaltpunkt bei 0,2 bis 0,3 und einem äußeren bei 0,6 der Flankenhöhe. Die einzelnen Äste sind biplikat. Es folgen einfache und bidichotome Rippeneinheiten, deren Äste 3 und mehr SR aufweisen können. Schaltrippen sind vorhanden. In der Nähe der Mündung treten fascipartite Rippeneinheiten auf, deren Spaltpunkte auf Flankenmitte oder etwas außerhalb liegen. Auf dem vorderen Windungsdrittel werden die UR auf dem inneren Flankendrittel kräftiger und sind weiter auseinandergerückt. Ganz vorn beginnen die UR auf Flankenmitte zu verblassen. Auf der Außenwindung sind Skulpturunregelmäßigkeiten zu beobachten. Einzelne Rippen oder Rippenpaare sind in der Nabelregion betont, dahinter sind einschnürungsartige Vertiefungen vorhanden. Die Skulptur erscheint dadurch wellig.

Bemerkungen: Das Großmehringer Stück weist große Ähnlichkeit mit *Usseliceras (U.) franconicum* auf, besitzt jedoch höher liegende Rippenspaltpunkte, ist etwas dichter berippt, und die UR sind in der Nabelregion wenig kräftig. Nach ZEISS (1968, S. 54) gibt es aber Varianten dieser Art, die Skulpturmerkmale des Großmehringer Exemplars aufweisen: dichter berippte Innenwindungen, wenig

Abb. 2: *Usseliceras (Usseliceras)* aff. *franconicum* Zeiss, 1972 I 154. × 1.

kräftige UR auf den Außenwindungen, Rippeneinheiten mit Spaltpunkten in $^2/_3$ der Flankenhöhe, einzelne kräftiger ausgebildete Rippen, Rippenabschwächung im Bereich der Spaltpunkte. Zeiss stellt diese Varianten als aff.-Formen zu *U. (U.) franconicum*.

Merkmalswerte

Dm	Nw		Wh		UR	SR
mm	mm	%	mm	%		
ca. 95	27,8	29,3	37	39	57	45
ca. 82	24,4	29,8	33,5	40,8		31

cf. *Usseliceras (Subplanitoides)*
Taf. 2, Fig. 3; Abb. 1c

Material: Ein unvollständiger Abdruck (1972 I 149).

Beschreibung: Der Gesamt-Dm betrug ca. 60 mm. Der Nabel ist mäßig weit. Die Nabelwand fällt auf den inneren Windungen steil nach innen, auf dem

Rest der äußeren Windung ist sie flacher. Der Nabelrand ist gerundet. Die Flanken sind auf den inneren Windungen konvex, auf dem äußeren Windungsteil flach bis leicht konvex. Dort ist die Externseite flach gerundet und ziemlich breit. Der Wq der inneren Windungen ist rundlich bis nierenförmig, auf der äußeren Windung gerundet hochrechteckig. Die größte Wb liegt hier innerhalb der Flankenmitte.

Auf den inneren Windungen stehen die Rippen weiter als auf dem äußeren Windungsfragment. Die Rippen beginnen an der Naht, sind gerade oder leicht konkav und schwach prorsiradiat. Die Spaltpunkte liegen an der Naht zur nächst äußeren Windung. Einzelne Rippen teilen sich im unteren Flankendrittel. Die Skulptur des äußeren Windungsteiles besteht aus feinen, ziemlich dicht stehenden, biplikaten Rippen, zwischen denen einzelne ungespaltene vorhanden sind. Dazu treten vereinzelt polygyrate Rippeneinheiten. Die Spaltpunkte liegen auf 0,6 bzw. 0,4 der Flankenhöhe. Die UR beginnen an der Naht, verlaufen bis zum Nabelrand rectiradiat, dann leicht prorsiradiat und sind schwach konvex. Die SR ziehen gerade und ungeschwächt über die Externseite hinweg. Einschnürungen sind vorhanden.

B e m e r k u n g e n : Die bei Zeiss (1968) abgebildeten Arten von *Usseliceras (Subplanitoides)* besitzen im allgemeinen tiefergelegene Rippenspaltpunkte. Einzelne Exemplare wie *U. (S.)* aff. *spindelense* Zeiss (S. 67) weisen aber auch höhergelegene Rippenspaltpunkte auf. In Rippendichte und Nw entspricht das Großmehringer Stück etwa dem Holotyp zu *U. (S.) schwertschlageri* Zeiss (1968, S. 70; Taf. 8, Fig. 3), im Rippenverlauf zeigt aber *U. (S.) spindelense* Zeiss (1968, S. 66; Taf. 3, Fig. 2) größere Übereinstimmung. Im allgemeinen ist der Wq breiter, die Externseite nicht so schmal, eine externe Furche oder Rippenabschwächung nicht vorhanden. In diesen Merkmalen zeigen sich Beziehungen zu *Subplanites*.

Merkmalswerte (bis auf UR und SR rekonstruiert)

	Nw		Wh			
Dm	mm	%	mm	%	UR	SR
60	24	40	21	35		21
46	18	39	16	35		
22	9	41	8	35	35	

Aspidoceras cf. *longispinum bispinosum* (Zieten)

Taf. 2, Fig. 1; Abb. 1d

M a t e r i a l : Ein unvollständiger Abdruck (1971 XX 1)

B e s c h r e i b u n g : Ergänzt man das Stück, so erhält man einen Gesamt-Dm von ca. 150 mm. Bei der Rekonstruktion ergab sich, daß die Nw ab ca. 100 mm Dm rasch zunimmt. Es läßt sich daraus ableiten, daß das Stück bei einem Dm von ca. 170 mm ausgewachsen war.

Der Nabel ist mäßig weit bis weit. Die Nabelwand fällt auf den inneren Windungen steil nach innen ab, auf der Außenwindung ist sie flacher. Der Nabelrand ist gut gerundet. Die Flanken sind konvex und gehen allmählich in die Externseite über. Der Wq dürfte annähernd gerundet rechteckig gewesen sein. Die größte Wb lag auf Flankenmitte oder etwas innerhalb.

Die Skulptur besteht aus 2 Dornenreihen, die bis zur letzten Windung durchhalten. Die Dornen der inneren Reihe stehen auf dem Nabelrand und sind schräg nach innen gerichtet. Die Dornen der äußeren Reihe sitzen etwas außerhalb der

Flankenmitte und stehen senkrecht auf der Flanke. Auf den inneren Windungen berühren sie die Nabelwand der nächst äußeren Windung, weiter außen stehen sie frei. Die Dornen der Reihen bilden Paare, die sich gewöhnlich auf einer schwach rursiradiaten Linie gegenüberstehen. Sie sind nicht miteinander verbunden. Nur auf dem äußersten Windungsteil sind Dornenpaare durch wulstartige Rippen verbunden, die stark rursiradiat verlaufen. Außerdem sind dort auf der Nabelwand schräg nach vorn ziehende Anwachsstreifen zu beobachten.

Bemerkungen: Das Stück ist ziemlich weitnabelig, fällt aber doch in die von Buck (1958, S. 71) für diese Unterart gegebene Variationsbreite. Der Wq dürfte dem bei Quenstedt (1887/1888, Taf. 118, Fig. 5) unter *Ammonites bispinosus* abgebildeten Exemplar entsprochen haben. In der geringen Anzahl der Dornen ist es mit dem Stück von Buck (1958, Taf. 5, Fig. 1), das zu dieser Unterart gestellt wird, zu vergleichen.

Merkmalswerte (bis auf Do rekonstruiert)

Dm	Nw		Wh		Do	
mm	mm	%	mm	%	a	i
145	63	43,5	46	32		
113	44	39	39	34,5		
75	25	33			11	11
55	17	31			11	11

Altersstellung

Bisher sind aus dem Dolomit von Großmehring und ähnlichen Vorkommen der Umgebung (z. B. Demlinger Holz NE Großmehring) keine Ammoniten bekannt geworden. Man war bei der Alterseinstufung auf die geologischen Verhältnisse, die Fazies, die übrige Fauna und Vergleiche mit Vorkommen ähnlicher Faunen, deren Alterseinstufung z. T. aufgrund von Ammonitenfunden möglich war, angewiesen.

In den Erläuterungen zur geognostischen Karte von Ingolstadt vergleicht Gümbel (1889, S. 12) den „deutlich oolithischen Kalk bei und in Großmehring an der Donau voll von Nerineen (*N. suevica* Q.)" mit dem von Stotzingen und weist beide dem oberen Malm, dem Tithon, zu. In der geognostischen Beschreibung der fränkischen Alb (1891, S. 101 f.) stellt er u. a. die Solnhofener Plattenkalke, die Zementmergel von Blaubeuren, die *Diceras*- und Korallenkalke von Kelheim, den Oolith und Nerineenoolith von Schnaitheim und Ingolstadt in eine Stufe. Er schreibt dazu: „Die Hauptmasse der Schichtenreihe ist mit dem unteren Tithon und wohl auch mit der untersten Portlandstufe parallel zu stellen". Im selben Werk (S. 301) führt Gümbel von Großmehring „plumpe Felsenkalke und ausgezeichnete Oolithe" an. Für den Dolomit des Demlinger Holzes folgert er aus den geologischen Verhältnissen der Umgebung, „daß dieser Dolomit einem etwas höheren Horizont angehört als der typische Frankendolomit", den er altersmäßig mit dem Weißjura Epsilon in Württemberg vergleicht (S. 104).

Roll (1940, Abb. S. 207; S. 216) stellt den Dolomit vom Demlinger Holz in die Rennertshofener Schichten und parallelisiert diese mit den Hangenden Bankkalken (= Weißer Jura Zeta 3 in Württemberg).

Im Vergleich mit den *Diceras*-Kalken von Kelheim, die „nachweisbar im Niveau der *Setatus*-Zone (liegen) und hinauf bis an die Untergrenze der Oberen

Schiefer der Mittleren *Ulmensis*-Schichten" reichen, vermutet SCHNITTMANN (1959/60, S. 39), „diese Dolomite könnten dem unteren Malm Zeta und obersten Malm Epsilon angehören". Sich auf ROLL (1940) beziehend, „daß diese Dolomite z. B. bei Großmehring und Demling in engster Nachbarschaft mit Rennertshofener Schichten vorkommen", nimmt er an (S. 39), daß es Dolomite gibt, „die ins obere Zeta gehören".

Nach PATZELT (1963) handelt es sich bei der geschichteten Fazies des Großmehringer-Demlinger Raumes nicht um Rennertshofener Schichten (= Malm Zeta 5) wie ROLL (1940) vermutete, sondern um Schichten des Malm Zeta 2 und 3 (= Solnhofener und Mörnsheimer Schichten). Den Dolomit von Großmehring stellt PATZELT (1963, S. 4, geol. Karte) in den Bereich Malm Epsilon-Zeta.

ZEISS (1965, S. 101) stellt den *Diceras*-Dolomit von Großmehring in den Malm Epsilon bis Zeta 1. Einer späteren Arbeit (ZEISS 1968, S. 150 f., Abb. 13) ist eine Zugehörigkeit zum Malm Zeta 3 (= Mörnsheimer Schichten) zu entnehmen.

Aufgrund der vorliegenden Ammoniten-Reste kann angenommen werden, daß diese letztere Einstufung zumindest für größere Teile des Dolomits von Großmehring zutreffend ist. Für das als *„Virgatosphinctes (Perisphinctes) Ulmensis* OPP. emend. SCHNEID" abgebildete Exemplar, dem 2 Ammoniten-Reste sehr ähnlich sind, gibt SCHNEID (1915, S. 159 f., Taf. 4, Fig. 3) als Fundschicht *„Lithographica*-Zone" von Eichstätt an. Auf der Schwäbischen Alb findet sich *Lithacoceras ulmense* im unteren Untertithon, den *Ulmensis*-Schichten (Weißer Jura Zeta 1 in Württemberg; BERCKHEMER & HÖLDER 1959, S. 55). Nach ZEISS (1968, S. 22) ist diese Art in Franken selten, scheint aber im ganzen unteren Untertithon (Malm Zeta 1—3) vorzukommen. Ergänzend führt ZEISS (S. 22) aus, „daß die *Ulmensis*-Formen aus dem Malm ζ_3 mehr dem von TH. SCHNEID, (1915a, Taf. 4, Fig. 3) abgebildeten Exemplar nahestehen als dem Holotyp von A. OPPEL (1863)".

Usseliceras (U.) franconicum kommt nach ZEISS (1968, S. 54) im mittleren Unterthithon (= Usseltal-Schichten, Malm Zeta 4) und im unteren Teil des oberen Untertithon (= Rennertshofener Schichten, Malm Zeta 5) vor. Vereinzelt finden sich Formen der Gattung aber schon im Malm Zeta 3 (ZEISS, 1968, S. 53). Aufgrund der großen Ähnlichkeit des Großmehringer Stückes mit *U. (U.) franconicum* ist zu vermuten, daß es aus den Usseltal-Schichten stammt.

Ein weiterer Ammoniten-Rest besitzt Ähnlichkeit mit Formen, die ZEISS (1968, S. 62 ff.) unter *Usseliceras (Subplanitoides)* anführt. Sie sind im mittleren Untertithon (Malm Zeta 4) und dem unteren Teil des oberen Untertithon (Malm Zeta 5) verbreitet. Das Großmehringer Stück stimmt aber nicht vollkommen mit diesen Formen überein (s. S. 25). Es besitzt ziemlich hoch spaltende Rippeneinheiten und breiten Wq, die eher mit denen der Gattung *Subplanites* aus tieferen Schichten zu vergleichen sind. Andererseits weisen Nw und Berippung deutliche Tendenzen zu *Usseliceras (Subplanitoides)* auf. ZEISS (1968, S. 62) vermutet, daß *Subplanitoides* von *Subplanites* abzuleiten ist. Es ist anzunehmen, daß das Großmehringer Stück eine morphologisch zwischen beiden Gruppen liegende Form ist.

Die stratigraphische Verbreitung von *Aspidoceras longispinum bispinosum* (ZIETEN) entspricht im süddeutschen Raum nach BUCK (1958, S. 72) der der Nominatunterart (S. 70): Malm Delta 3 bis Malm Zeta. Nach Texttafel 1 (BUCK 1958) reicht *A. longispinum* bis zur Grenze Unter-Obertithon hinauf. Die Art ist in der Südlichen Frankenalb aus dem höheren Malm Zeta bisher nicht bekannt geworden. ZEISS (1968, S. 51) führt sie aus den Geisental-Schichten (= Malm Zeta 1) an.

Schairer & Lupu (1969, S. 188) erwähnen ein Exemplar von Kapfelberg bei Kelheim. Nach Freyberg (1968, S. 10 ff.; S. 15, Tab. 2; Taf. 1) gehören die entsprechenden Lagen der Kelheimer Gegend zum Malm Zeta 1 + 2 (Geisental- und Solnhofener Schichten).

Nach der bisherigen Kenntnis der Ammoniten-Faunen des Untertithon der Südlichen Frankenalb ist anzunehmen, daß die Perisphincten aus dem Dolomit von Großmehring in die Mörnsheimer (= Malm Zeta 3) und Usseltal-Schichten (= Malm Zeta 4) gehören.

Schriftenverzeichnis

Barthel, K. W.; Janicke, V. & Schairer, G.: Untersuchungen am Korallen-Riffkomplex von Laisacker bei Neuburg a. D. (unteres Untertithon, Bayern). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1971**, 1, S. 4—23, 10 Abb., Stuttgart 1971.

Berckhemer, F. & Hölder, H.: Ammoniten aus dem oberen Weißen Jura Süddeutschlands. — Beih. Geol. Jb., **35**, S. 3—135, Taf. 1—27, 89 Abb., Hannover 1959.

Buck, W.: Die Gattung *Aspidoceras* im europäischen, insbesondere im süddeutschen Malm. — Diss. (unveröff.), 142 S., 8 Taf., 4 Text-Taf., 27 Abb., 18 Tab., 3 Diagr., Tübingen 1958.

Freyberg, B. v.: Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. — Erlanger geol. Abh., **70**, 40 S., 4 Taf., 5 Abb., 2 Tab., Erlangen 1968.

Gümbel, C. W. v.: Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Ingolstadt (No. XV) der geognostischen Karte des Königreiches Bayern. — 34 S., 1 geol. Kt., Cassel (Fischer) 1889.

Gümbel, C. W. v.: Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstoßenden fränkischen Keupergebiete. In: Geognostische Beschreibung des Königreiches Bayern. — 4. Abt., IX + 763 S., 115 Abb., 1 geogn. Übersichtskt., Kassel (Fischer) 1891.

Hölder, H.: Über den *Ammonites ulmensis* Oppel. — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., **43**, S. 113—117, Taf. 5, Stuttgart 1961.

Meyer, R. K. F.: Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits (Malm). 1. Teil: Nördliche Frankenalb. — Erlanger geol. Abh., **91**, 28 S., 5 Taf., 25 Abb., Erlangen 1972.

Patzelt, W. J.: Verbreitung, Gliederung und Lagerung des Malm auf den Kartenblättern Kösching und Vohburg (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh., **50**, 12 S., 7 Abb., 1 geol. Kt., Erlangen 1963.

Quenstedt, F. A.: Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. III. Der Weiße Jura. — Text + Atlas, S. 817—1140, Taf. 91—126, Stuttgart (Schweizerbart) 1887/1888.

Roll, A.: Tektonische Bemerkungen zu einer geologischen Karte der südlichen Frankenalb. — Z. dtsch. geol. Ges., **92**, S. 205—252, Taf. 7—8, 7 Abb., 1 Tab., Berlin 1940.

Schairer, G. & Lupu, M.: Mikrofazielle Untersuchungen in untertithonischen, geschichteten Kalken von Kapfelberg bei Kelheim in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **9**, S. 183—199, Taf. 11—12, 8 Abb., München 1969.

Schneid, Th.: Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. I. Stratigraphischer Teil. — Geogn. Jh., **27**, 1914, S. 59—172, Taf. 1—9, München 1915.

Schnittmann, F. X.: Die Versteinerungen der Steinbrüche im Dolomit des südlichen Frankenjuras zwischen Ingolstadt und Neustadt. — Acta Albertina Ratisbonensia, **23**, 1, S. 36—40, Regensburg 1959/60.

Yamani, S.-A.: Zur Bivalvenfauna der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Unter-Tithon). — Diss., 216 + XVI S., 6 Taf., 47 Abb., 7 Tab., München 1973.

Zeiss, A.: Exkursion in den Malm der südwestlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern, **15**, 2, S. 90—102, 1 Abb., 1 Tab., Erlangen 1965.

Zeiss, A.: Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb. — Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh., N. F., **132**, 190 S., 27 Taf., 17 Abb., 6 Tab., München 1968.

Tafelerläuterungen

Tafel 2

Fig. 1: *Aspidoceras* cf. *longispinum bispinosum* (Zieten), 1971 XX 1, Plastikabdruck. ×1.
Fig. 2+4: *Lithacoceras* aff. *ulmense* (Oppel).
2: Exemplar 2, 1972 I 147. ×1,1.
4: Exemplar 1, 1972 I 148. ×1.
Fig. 3: cf. *Usseliceras (Subplanitoides)*, 1972 I 149, Plastikabdruck. ×1,4.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 31—46 | München, 15. 12. 1973

Untersuchungen an oberjurassischen Palinuridae (Crustacea, Decapoda)

Von Reinhard Förster[1])

Mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus dem Malm ε des südwestlichen Vorries (Bayern) wird erstmals der Rest eines Palinuriden beschrieben. Es handelt sich um den bisher ältesten Nachweis der Gattung *Astacodes*. In der Differenzierung der Anhänge und in der Morphologie insgesamt bestehen weitgehende Übereinstimmungen zwischen jurassischen und rezenten Vertretern. Die Entwicklung der Palinuridae war im höheren Jura im wesentlichen abgeschlossen und erreichte einen ersten Höhepunkt mit einer weltweiten Verbreitung in der Kreide.

Summary

The carapace of a palinurid decapod is described from the Malm ε (Middle Kimmeridgian) of the south-eastern surroundings of the Ries Crater, Bavaria. It is the earliest known occurrence of the genus *Astacodes*. The morphology, particularly the furrows of the carapace, the organisation of the appendages and the appearance in general show striking similarities between Jurassic and recent palinurids. After modification and consolidation during Jurassic time the Palinuridae reached a maximum distribution in the Cretaceous without further considerable evolution to recent times.

Inhalt

Einleitung 32
1. Beschreibung des Neufundes 32
2. Jurassische Vertreter der Palinuridae 35
2.1 Genus *Astacodes* Bell 1863 35
2.2 Genus *Palaeopalinurus* Bachmayer 1954 37
2.3 Genus *Palinurina* Münster 1839 38
3. Phylogenie 41
4. Tabellarische Übersicht über die stratigraphische Verbreitung 45
5. Literatur 46

[1]) Dr. R. Förster, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Einleitung

Unter den reptant lebenden Krebsen des Mesozoikums nahmen Vertreter der Infraordnung Palinura LATREILLE mit den 3 Überfamilien Glypheoidea WINCKLER, Eryonoidea de HAAN und Palinuroidea LATREILLE eine dominierende Stellung ein. Während Glypheoidea und Eryonoidea bereits aus der Trias überliefert sind, kennt man die Palinuroidea erst aus dem Jura, vertreten durch die Gattungen *Astacodes, Palaeopalinurus, Palinurina* und der einer eigenständigen Familie (Cancrinidae) zugeordneten Gattung *Cancrinos.*

Der älteste Nachweis der Palinuridae ist immer noch das bereits von WOODWARD (1868) abgebildete Exemplar aus dem unteren Lias von Lyme Regis, S-England. WOODWARD rechnete den Rest zu der in den oberjurassischen Plattenkalken von Solnhofen relativ häufigen Art *Palinurina longipes* MÜNSTER. Schon WOODS (1925) wies auf die große zeitliche Differenz in der stratigraphischen Verbreitung beider Formen hin, ganz abgesehen von der mäßigen, für eine definitive Zuordnung sehr ungünstigen Erhaltung dieses Stückes. Das gilt ebenso für zwei weitere Reste aus dem höheren Lias von Ilminster (WOODWARD 261, WOODS 26), die aufgrund der kräftigen Antennen und der wenig differenzierten Pereiopoden zur Gattung *Palinurina* gestellt wurden. Aber auch der jüngste Vertreter von *Palinurina,* die Typus-Art *P. longipes* MÜNSTER, ist trotz seiner Häufigkeit in den Solnhofener Plattenkalken nur ungenügend bekannt. Es liegen zwar zahlreiche vollständige Individuen vor mit mehr oder minder gut erhaltenen Extremitäten. Der Cephalothorax ist jedoch in der Regel so stark verdrückt, daß die für die Systematik wichtigen Rückenfurchen nicht mehr rekonstruierbar sind. Umgekehrt ist bei den übrigen jurassischen Gattungen der Cephalothorax vollkörperlich erhalten mit gut ausgebildeten Rükkenfurchen. Es fehlen jedoch Abdomen und Extremitäten, so daß ein direkter Vergleich ausscheidet. Ein neuer Carapax-Fund eines Palinuriden aus dem Malm ε des südwestlichen Vorries, aufgesammelt im Rahmen der Rieskartierung des Instituts für Paläontologie und hist. Geologie der Universität München (vergl. GALL 1971) machte eine Sichtung und Abgrenzung der jurassischen Vertreter dieser Familie erforderlich.

1. Beschreibung des Neufundes

Bei dem vorliegenden dorsal/ventral leicht verdrückten Carapax sind die vorderen und ventral gelegenen Partien stärker eingedrückt bzw. fehlen ganz. Nach der Ausbildung der Furchen und der Skulptur handelt es sich um den bisher ältesten Rest der Gattung *Astacodes.*

B e s c h r e i b u n g : Carapax subzylindrisch, breiter als hoch. Vorderteil länger als Hinterteil (Gastricalregion: Branchialregion = 1,57). Kräftig entwickelte Cervicalfurche, tiefe, annähernd geradlinig den Rücken querende Postcervicalfurche; Branchiocardiacalfurche nur als kurzer rückwärts gerichteter Ast, dorsal auf vorderer Branchialregion auslaufend. Ventrolateral schwach angelegte Hepaticalfurche; seichter Abdominalausschnitt mit breitem Marginalwulst, durch Marginalfurche deutlich abgesetzt. Rostrum, Supraorbital-, Antennaldorn und Vorderrand des Cephalothorax fehlen. Gastricalregion mit 1 Dornreihe, die ein median gelegenes lanzett-förmiges Feld (ähnlich wie bei Glypheoidea) umschließt: deutlicher Ansatz des Supraorbitaldorns; kein Suborbitalkiel, jedoch kräftige Dornen. Grobe

Skulptur; Vorderteil mit massiven, in größeren Abständen (1—2fache ihres Durchmessers) angeordneten vorwärtsgerichteten Dornen; Branchialregion mit schuppenartigen Tuberkeln einheitlicher skulpturiert, gegen Ventralseite zunehmend feiner und dichter. Pterygostomialregion durch etwas kräftiger ausgebildete Tuberkel abgesetzt.

Maße:	Länge (Augenausschnitt — Abdominalausschnitt)			14,9 mm
	Gesamtlänge	17 mm	Gastricalregion	9,1 mm
	Höhe	8 mm	Branchialregion	5,8 mm
	Breite	9,3 mm	G/B = 1,57	

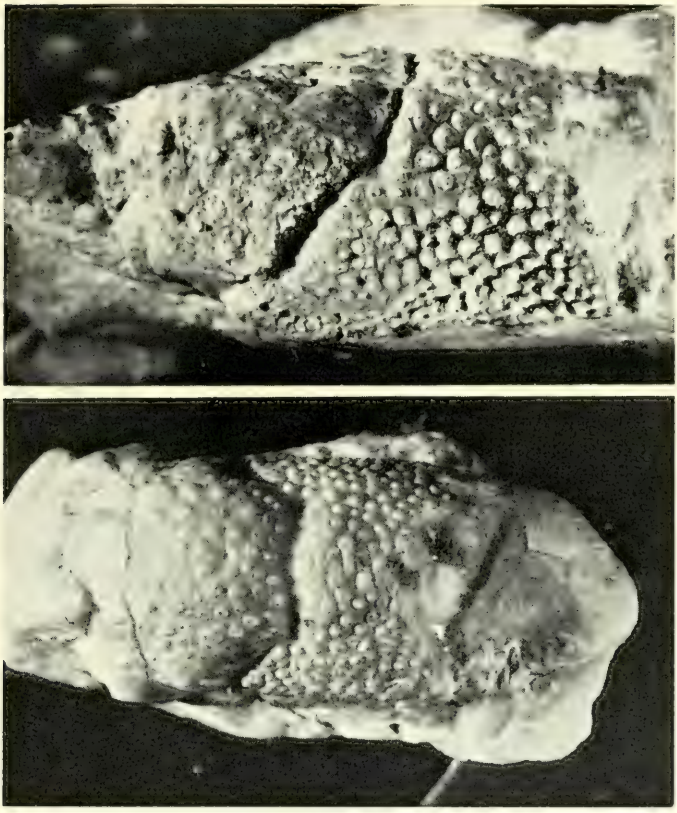


Abb. 1: *Astacodes strambergensis* (BACHMAYER)
oben: Seitenansicht vom Carapax; Malm ε (mittl. Kimmeridge), allochthone Scholle in Massenkalkfazies. Wildpark Schloß Duttenstein, 3 km östlich Demmingen, südwestliches Vorries, Bayern. 4x vergr.; Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., Inv.-Nr. 1968 II 356
unten: dorsale Aufsicht; Holotypus aus dem Stramberger Kalk (Tithon) von Stramberg; 6x vergr.; Naturhist. Museum Wien, Geol.-Paläont. Slg., Acqu.-Nr. 342/1959
Lateral and dorsal view of the carapace

Material: 1 Carapax, Bayer. Staatsslg. für Paläontologie u. hist. Geol. Inv.-Nr. 1968 II 356

Bemerkungen: Das vorliegende Exemplar stimmt in der Ausbildung der Furchen und in der Skulptur weitgehend mit *Astacodes strambergensis* (Bachmayer) überein. Die beim Stramberger Stück weniger deutliche Markierung des medianen lanzettförmigen Feldes der Gastricalregion dürfte durch die Größe (etwa halb so groß) und die Erhaltung bedingt sein. Die geringen Skulpturunterschiede erscheinen als nicht ausreichend, den neuen Rest als eigene Art abzutrennen. Bis zum Auffinden von weiterem und besserem Material wird er deshalb zu *A. strambergensis* gestellt.

A. kamptneri, die zweite Art aus dem Tithon von Stramberg, unterscheidet sich durch eine wesentlich feinere Skulptur. Bei dem bisher einzigen Bruchstücke sind nur Gastrical- und vorderste Branchialregion erhalten. Mit einer Carapax-Länge von mehr als 30 mm entspricht der Rest den bei kretazischen *Astacodes*-Arten üblichen Größenverhältnissen.

In diese Gruppe mit einer deutlich feineren Skulptur bei annähernd gleicher Carapax-Gliederung gehören weiterhin die Typus-Art *A. falcifer* Bell aus dem Hauterive, *A. wenoensis* (Rathbun) aus dem Alb und *A. maxwelli* Stenzel aus dem Santon.

Dagegen unterscheiden sich zwei grob skulpturierte Kreide-Formen nur geringfügig vom oberjurassischen *A. strambergensis*. Sie weisen zudem die gleiche schuppenartige Ausbildung der Tuberkel auf der Branchialregion auf. Es sind *A. davisi* Stenzel aus dem Turon und *A. woodwardi* Fritsch aus dem Turon bzw. Campan. Von dieser Reihe abzuleiten, wenn nicht überhaupt hier anzuschließen ist *Archaeocarabus bowerbanki* McCoy aus dem Untereozän.

Diese charakteristische schuppenartige Skulptur ist nicht nur bei fossilen und rezenten Palinuroidea zu beobachten *(Palaeopalinurus,* S. 37; *Scyllarides)*. Sie ist auch bei anderen reptanten Dekapoden verbreitet, am ausgeprägtesten bei *Glyphea*, etwa *G. (Squamosoglyphea) udressieri* v. Meyer und *G. squamosa* (Münster) aus dem oberen Jura oder bei einem von Woods (1927) unter *G.* cf. *tomesi* (Taf. 13, Fig. 3) abgebildetem Exemplar aus dem unteren Lias. Unter den Astacidea tendieren vor allem Vertreter der Erymidae, insbesondere *Phlyctisoma* und *Palaeastacus* zur Ausbildung einer squamosiformen Skulptur. Die Schuppen sind bei den rezenten Scyllaridae an der Vorderkante mit 2—3 Reihen von Poren

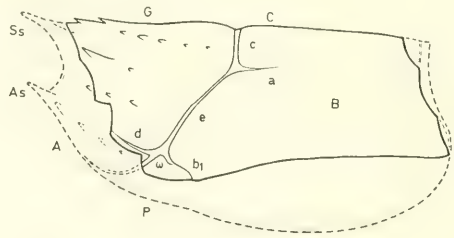


Abb. 2: *Astacodes strambergensis* (Bachmayer); laterale Ansicht des Carapax, Rekonstruktion. *Ss* Supraorbitaldorn; *As* Antennaldorn; *A* Antennalregion; *G* Gastricalregion; *C* Cardiacalregion; *P* Pterygostomialregion; *B* Branchialregion; *c* Postcervicalfurche; *a* Branchiocardiacalfurche; *e* Cervicalfurche; b_1 Hepaticalfurche; *d* „Gastroorbital"furche; *w* Hepaticalhöcker.
Lateral view of the carapace, restored outline

besetzt. Deren Zahl schwankt je nach Schuppengröße zwischen 10—20 Poren je Reihe. Aus den Poren treten zierliche, fein gefiederte, vorwärtsgerichtete Borsten aus. Da sich die Träger einer squamosiformen Skulptur in den sonstigen gattungsspezifischen Merkmalen nicht von den übrigen Vertretern einer Gattung unterscheiden, dürfte die Ausbildung der Schuppen weitgehend von der Lebensweise her bestimmt sein. Eine Diskussion dieser Frage geht über den Rahmen der vorliegenden Arbeit weit hinaus und soll Thema einer speziellen Untersuchung sein.

Vorkommen und Verbreitung: Malm ε (Mittelkimmeridgium), allochthone Scholle in Massenkalkfazies, Wildpark Schloß Duttenstein, 3 km E Demmingen, südwestliches Vorries, Bayern.

2. Jurassische Vertreter der Palinuridae

2.1 Genus *Astacodes* Bell 1863

1863 *Astacodes* — Bell S. 30
1969 *Astacodes* Bell, 1863 — Glaessner, S. 473
Typusart: *A. falcifer* Bell 1863

Diagnose: Cephalothorax subzylindrisch, kurzes schmales Rostrum, annähernd so lang wie die weit auseinanderstehenden Supraorbitaldornen; gut entwickelte Cervicalfurche; tiefe Postcervicalfurche, den Carapax dorsal transversal querend; Branchiocardiacalfurche dorsolateral als kurzer, subparallel rückwärtsgerichteter Ast auf vorderer Branchialregion auslaufend. Schwache „Gastroorbitalfurche"; Pterygostomialregion durch seichte Hepaticalfurche und kräftige Tuber-

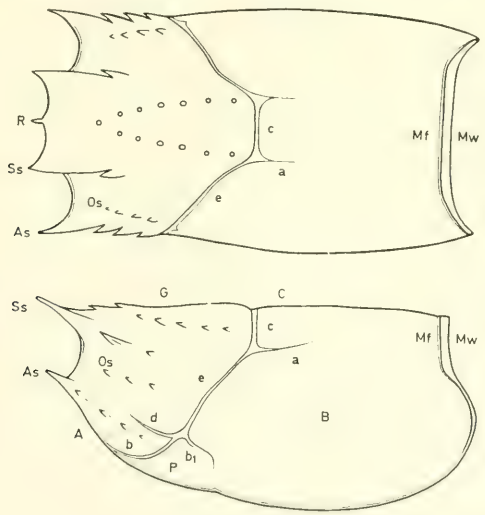


Abb. 3: *Astacodes falcifer* Bell; Carapax, dorsale und laterale Ansicht. Dorsal und lateral view of the carapace.
R Rostrum; *Os* Suborbitaldorn; *b* Antennalfurche; *Mf* Marginalfurche; *Mw* Marginalwulst; übrige Signaturen vergl. Abb. 2

kel abgesetzt. Gastricalregion mit medianem, lanzettförmigen Feld, durch Dornenreihe eingegrenzt. Je 1 weitere Dornenreihe in Verlängerung des Suborbitaldorns bzw. des Antennaldorns, zumindest angedeutet. Seichter Abdominalausschnitt mit dorsal breiter Marginalfurche und Marginalrand. Skulptur des Vorderteils aus gröberen Dornen und feinen Tuberkel, Branchialregion einheitlich dicht mit Tuberkel besetzt, häufig schuppenartig ausgebildet, ventralwärts zunehmend feiner.

Abdomen länger als Cephalothorax; Terga der Segmente (abgesehen vom schwach abgesetzten überlappten Vorderteil) ungegliedert, z. T. medianer Längskiel; Telson nur proximal verkalkt, distal weichhäutig; insgesamt schwache Skulptur, vorwiegend aus feinen Grübchen. Distale Partien der Extremitäten unbekannt. Kräftige Antennen-Stielglieder; Pereiopoden nur wenig differenziert, wahrscheinlich alle mit Klauen. 1. Pereiopodenpaar etwas kräftiger.

Vorkommen und Verbreitung:

Astacodes strambergensis (Bachmayer 1959); mittl. Kimmeridgium (Malm ε) südwestl. Vorries, Bayern; Tithonium, Stramberg, CSSR
2 Carapax-Reste, Vorderteil mit schwachen Cristae, Branchialregion schuppenartige Skulptur

A. kamptneri (Bachmayer 1959); Tithonium, Stramberg, CSSR
1 Carapax-Bruchstück, feine Skulptur aus Tuberkel & Grübchen

A. falcifer Bell 1863; Hauterivium (Speeton Clay), S-England, N-Deutschland (Hils-Ton),
in Skulptur vermittelnd zwischen grob und fein skulpturierten Arten, Branchialregion dorsal z. T. mit Dornenreihe, schuppenartige Ausbildung der Tuberkel nur schwach entwickelt. Abdomen z. T. mit medianem Kiel

A. sp. Woods 1957; ob. Albium, Queensland, Australien
schlecht erhaltener, verdrückter Abdomen-Rest fraglicher Zugehörigkeit.

A. wenoensis (Rathbun 1935); ob. Albium, Texas
Abdomen mit Resten der hinteren Branchialregion, die die übliche schuppenartige Skulptur aufweist.

A. davisi Stenzel 1945; unt. Turon, Texas
ähnlich *A. strambergensis* mit groben Dornen auf Vorderteil, schuppenartigen Tuberkel auf Branchialregion

A. maxwelli Stenzel 1945; Santon, Texas
ähnlich *A. falcifer* mit nur 1 Dorn hinter Supraorbital-Carina, nie Dornenreihe auf Branchialregion, kein Kiel auf Abdomen.

A. sp. Mertin 1941 (S. 212, Taf. 5, Fig. 19, non 16 bis 18); ob. Santon?, unt. Campan, N-Deutschland.
1 Carapax-Rest, Branchialregion mit schuppenartiger Skulptur wie *A. woodwardi*

A. woodwardi Fritsch 1887; unt. Turon, CSSR, unt. Campan, N-Deutschland
ähnlich *A. strambergensis,* mit deutlicheren und ? dichter bedornten Cristae auf dem Vorderteil.

Fraglich in ihrer systematischen Stellung sind dagegen zwei weitere zu *Palinurus* gerechnete Fragmente. *P. baumbergicus* Schlüter 1862 aus dem Obercampan der Baumberge/Münsterland, und ein kurzes Antennengeißel-Bruchstück aus dem mittleren Paleozän Belgiens (Vincent 1876). *P. baumbergicus* weist zwar mit den langen Antennengeißeln, die auf kräftigen Stielgliedern sitzen, einer tiefen, den Carapax annähernd halbierenden Rückenfurche und einem glatten Abdomen gewisse, für die Palinuridae charakteristische Eigenschaften auf; eine definitive Zuordnung zu einer der Gattungen ist jedoch nicht möglich. Wahrscheinlich handelt es sich um einen Rest der Gattung *Podocratus.*

Zu dieser in der Oberkreide N-Deutschlands nicht seltenen Gattung dürfte auch ein weiterer oberkretazischer Vertreter der Palinuridae, *Eurycarpus nanodactylus* Schlüter 1868 aus dem Obercampan von Sendenhorst/Münsterland, zu stellen sein. Auch dieses fragmentarische Einzelstück zeichnet sich durch massive Antennen-Stielglieder aus, zwischen denen schlanke, langgestreckte Stielglieder der Antennulae liegen. *Podocratus* ist in der Oberkreide mit mehr als 25 Arten weltweit vertreten. Gegenüber *Astacodes* unterscheidet sich *Podocratus* vor allem durch das Fehlen eines Rostrum und durch die Ausbildung von 3 Längskielen auf der Branchialregion.

In die nächste Nachbarschaft, wenn nicht zur Gattung *Astacodes* dürfte *Archaeocarabus bowerbanki* McCoy 1849 gehören. Nach Beschreibung und Abbildung von Bell (1863) und Woods (1925) entsprechen Furchen, Gliederung des Carapax und Skulptur weitgehend den Verhältnissen bei *Astacodes*. Die Skulptur der Branchialregion besitzt den gleichen schuppenartigen Charakter. Lediglich das lanzettförmige Feld der dorsalen Gastricalregion fehlt, bzw. erscheint nicht durch Dornenreihen abgegrenzt. Ein kräftiges Dornenpaar im mittleren Teil der Gastricalregion kann als Rest dieser Dornenreihe aufgefaßt werden.

Ebenfalls ungeklärt in ihrer systematischen Stellung bleiben 3 weitere zu *Archaeocarabus* gerechnete Fragmente. *A. whitfieldi* (Pilsbry 1901), ein verdrückter Scheren-Rest aus der Oberkreide von New Jersey; *A. vanuaensis* Rathbun 1945, ein Scheren-Rest aus dem unteren Miozän der Fiji-Inseln; *A. gardnerae* Rathbun 1935, ein nicht näher ansprechbares Carapax-Bruchstück mit einem Scheren-Rest aus dem unt. Eozän von Alabama. Alle diese Scheren zeichnen sich durch einen dreieckigen Umriß aus und durch eine starke Bedornung. Der bei Woods (Taf. 8, Fig. 5) abgebildete Propodus von *A. bowerbanki* zeigt jedoch eher eine feine, nur aus Grübchen bestehende Skulptur. Außerdem ist der Umriß zwar wie bei Palinuridae und Glypheoidea üblich nach vorn leicht verbreitert, jedoch nie in dem extremen Maße wie bei *A. whitfieldi* and *A. vanuaensis*. Die Zugehörigkeit zur Gattung *Archaeocarabus* erscheint daher sehr fraglich.

2.2 Genus *Palaeopalinurus* Bachmayer 1954

1954 *Palaeopalinurus* n. g. — Bachmayer, S. 148
1969 *Palaeopalinurus* Bachmayer, 1954 — Glaessner, S. 474

Typusart: *A. glaessneri* Bachmayer 1954

Bei der einzigen Art aus dem Tithon von Stramberg/CSSR und Ernstbrunn/Niederösterreich entspricht der Verlauf der Furchen annähernd den Verhältnissen bei *Astacodes*. Lediglich die Branchiocardiacalfurche scheint vollständig reduziert zu sein und fehlt. Charakteristisch ist die Skulptur. Die Tuberkel der Branchialregion sind zu Höckerreihen verschmolzen und bilden dorsal breite, querverlaufende Leisten. Auf dem Vorderteil kommt es unmittelbar vor der Postcervicalfurche zur Anlage von 2 weiteren transversalen Tuberkel-Reihen. Davor herrscht die bei *Astacodes* übliche Anordnung der Dornen in 3 Längsreihen. Die eigentümliche Skulptur dürfte als Anpassung an eine bestimmte (unbekannte) Lebensweise zu deuten sein. Wie die Skulptur-Elemente besonders der ventralen Partien zeigen, ist eine Ableitung von einem *Astacodes*-ähnlichen Skulptur-Typ anzunehmen. Da auch in der Gliederung des Carapax eine weitgehende Übereinstimmung mit *Astacodes* besteht, dürfte *Palaeopalinurus* von dieser Gattung abzuleiten sein.

2.3 Genus *Palinurina* MÜNSTER 1839

1839 *Palinurina* — MÜNSTER, S. 36
1969 *Palinurina* MÜNSTER, 1839 — GLAESSNER S. 474

T y p u s a r t : *P. longipes* MÜNSTER 1839

D i a g n o s e : Kurzes Rostrum, kürzer als die weit auseinanderstehenden Supraorbitaldornen. Tiefe Cervicalfurche, etwas schwächere Postcervicalfurche, den Carapax dorsal querend. Schwache Branchiocardiacalfurche, zunächst subparallel, im hinteren Drittel konvergent und längs einem medianen Längswulst der hinteren Branchialregion auslaufend. Seichte Hepaticalfurche. Gastricalregion mit einer Dornenreihe, die median gelegenes lanzettförmiges Feld abgrenzt. Supraorbital- und Antennaldorn mit gezähntem Kiel, nach hinten in Dornenreihe übergehend. Hinter Suborbitaldorn eine Reihe kleiner Dornen angedeutet. Seichter Abdominalausschnitt, dorsal breite Marginalfurche und Marginalwulst. Skulptur des Vorderteils aus gröberen Dornen und feinen Tuberkeln; Hinterteil einheitlich dicht mit Tuberkeln besetzt, ventralwärts zunehmend feiner. Abdomen länger als Cephalothorax. Terga der Segmente durch seichte diagonale Furche gegliedert; Pleuren leicht von Terga abgesetzt, mit gezähntem Rand. Skulptur aus Tuberkel und Grübchen. Telson nur proximal verkalkt, distal weichhäutig. Außerordentlich kräftige Antennen, bis 5fache Carapax-Länge; mächtige Stielglieder, kräftiger als Pereiopoden und über diese hinausgehend; besetzt mit starken Dornen. Schlanke, glatte Antennulaestielglieder mit zwei gedrungenen kurzen Geißeln. Pereiopoden wenig differenziert; 1. Paar etwas kräftiger und gedrungener; alle in Klauen endend.

B e m e r k u n g e n : Nur wenige der in den Plattenkalken stets verdrückt vorliegenden Individuen lassen den Verlauf der Furchen erkennen. Das gilt auch für die von WOODWARD beschriebenen Reste aus dem Lias von S-England. Gegenüber den anderen mesozoischen Palinuridae reicht bei *Palinurina* die Branchiocardiacalfurche relativ weit nach hinten. Lediglich *Podocratus* (und *Cancrinos)* zeigen eine ähnlich langgestreckte Rückenfurche. *Podocratus* unterscheidet sich jedoch deutlich durch die Ausbildung eines medianen und eines lateralen Kiels auf der Cardiacal/Branchialregion.

Die engsten Beziehungen scheinen zu *Astacodes* zu bestehen, sowohl in der Anlage der Furchen als auch in der Ausbildung der Skulptur. Die unterschiedliche Länge der Branchiocardiacalfurche mag erhaltungsbedingt sein. Bei den flach gedrückten Exemplaren der Plattenkalke wirkte sich das Endoskelett verformend aus:

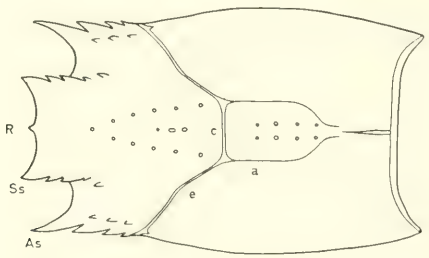


Abb. 4: *Palinurina longipes* MÜNSTER; Carapax, dorsale Ansicht.
Dorsal view of the carapace.

durchgepauste Elemente des Endoskeletts begünstigten möglicherweise eine sekundäre Verlängerung der Furche während der Diagenese. Dafür spräche die Beobachtung, daß bei kretazischen Vertretern die Länge der Branchiocardiacalfurche je nach dem Erhaltungszustand variieren kann. Abweichend besitzt *Palinurina* einen kurzen Mediankiel auf der hinteren Branchialregion und davor auf der Cardiacalregion eine submediane Dornenreihe. Der mediane Kiel ist als primitives Merkmal zu werten; in ähnlicher Form existiert er bei den Glypheoidea *(Pseudoglyphea,* Pemphicidae) und Eryonoidea. Die meist nur unregelmäßig angelegte submediane Dornenreihe der Cardiacalregion kann als Ansatz zu der Entwicklung eines durchgehenden Kiels wie bei *Podocratus* angesehen werden. Häufig wird jedoch eine submediane Dornenreihe durch die Skulptur ventraler Partien nur vorgetäuscht. So handelt es sich bei Oppel's Original (1862, Taf. 24, Fig. 1 = Glaessner 1969 Abb. 277, Fig. 6) um 4 Dornenpaare der Sternalplatte, während die darüberliegenden Teile des Carapax zerstört sind. Das Sternum ist bei *Palinurina* als einheitliche, dreieckige Platte entwickelt; nur angedeutete Querfurchen und eine feine quer gerichtete Punktierung weisen auf die ursprüngliche Segmentierung hin. Eine mediane Längsnaht scheint zu fehlen. Die Sternalplatte ist mit 4 submedianen, nach vorn an Größe abnehmenden kräftigen Dornen-Paaren besetzt, wie sie ähnlich auch bei *Podocratus* und *Archaeocarabus* vorkommen (vergl. Mertin Taf. 6, Fig. 8). Die Verhältnisse am Carapax-Vorderrand und im Bereich des Mundfeldes ließen sich am vorlie-

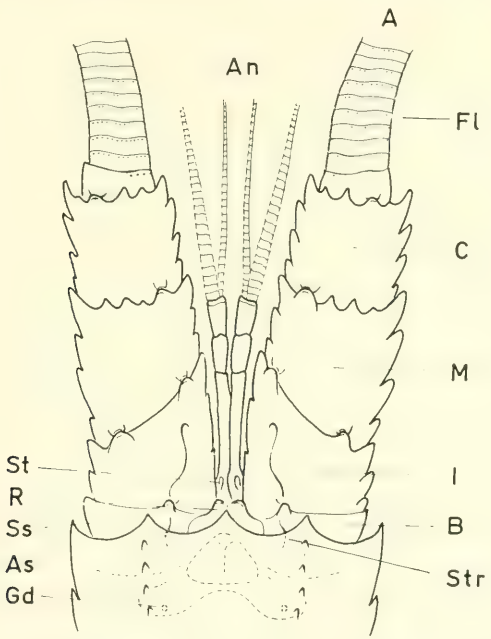


Abb. 5: *Palinurina longipes* Münster; Antennulae, Antennen und Carapax-Vorderrand. Gestrichelt; durchgepauste Strukturen des Endoskeletts. *An* Antennulae; *A* Antenne; *Fl* Geißel; *C* Carpocerit; *M* Merocerit; *I* Ischiocerit; *B* Basicerit; *Str* (?) Stridulationsorgan; *St* Statocyste; *R* Rostrum; *Ss* Supraorbitaldorn; *As* Antennaldorn; *Gd* Grüne Drüse

genden Material von *Palinurina* nur ungenügend rekonstruieren. Die Antennulae bestehen aus einem 3gliedrigen Schaft, auf dessen letztem Glied zwei Geißeln sitzen (Abb. 5), eine kräftigere äußere Hauptgeißel und eine schwächere innere Nebengeissel. Bei juvenilen Exemplaren ist die Hauptgeißel häufig keulenförmig verbreitert. Sie kann gelegentlich die Breite der Antennen-Geißel erreichen und ist dann wesentlich breiter als der Schaft. Sie erinnert damit an die Form der Antennengeißel bei *Cancrinos*, einem seltenen Palinuroiden der Solnhofener Plattenkalke. Ob es sich hier um Heteromorphosen bei der Regeneration verlorengegangener Geißeln handelt, oder ob die Geißeln bei den Jungtieren primär so kräftig angelegt waren, ist vorerst nicht zu entscheiden. Das gestreckte, schlanke 1. Schaftglied ist basal leicht verdickt und enthält die Statocyste. Die Länge des Schafts nimmt mit der Größe der Tiere ab. Bei juvenilen Exemplaren reicht er über das letzte Stielglied der Antennen hinaus, bei größeren Individuen (Abb. 5) endet er bereits in Höhe des Merocerit.

Die Antennen besitzen ebenfalls einen nur 3gliedrigen Schaft. Basi- und Ischiopodit sind miteinander verwachsen, der Coxopodit mit dem Epistom verschmolzen. Die beiden Teile von Basi/Ischiopodit sind durch eine deutliche Naht getrennt, und die ehemaligen Gelenkungs-Angeln sind noch erkennbar. Eine longitudinale Furche beiderseits des Gelenkungsrelikts ähnlich wie bei *Palinurus* spricht für die Existenz eines Stridulationsorgans auf dem Basiceriten. Die Öffnung der Antennendrüse (Grüne Drüse *Gd)* liegt basal seitlich auf dem Epistom. Eine mediane Längsnaht weist auf die ursprüngliche Zweiteilung des Epistoms hin. Eine Identifizierung weiterer Elemente des Endoskeletts war an dem verdrückten Material der Plattenkalke nicht möglich, etwa die Zuordnung der immer wieder zu beobachtenden paarig angeordneten Spangen beiderseits vor dem Rostrum oder die mediane Spange zwischen den Antennendrüsen-Öffnungen.

Die Epimeren der Abdominalsegmente sind randlich gezähnelt. In der Regel nimmt die Zähnung der Vorderkante auf den hinteren Segmenten ab, während die der Hinterkante — 3 feine Zähnchen unterhalb der Gelenkung und ein einzelner größerer Vorsprung — vom 2. bis 6. Segment konstant bleibt.

Das Telson ist nur proximal verkalkt. Die hintere wohl flexible Hälfte wird durch feine Längsrippen versteift, die ihrerseits in der Höhe des randlichen Stachel-Paares unterbrochen sind. Ventral markieren 2 mediane Tuberkel-Paare auf der inneren Afterfalte wie bei *Aspidogaster* (vergl. Förster 1971, Abb. 7) die Lage des medianen After-Schlitzes. Die Hinterkante des verkalkten, blattförmigen proximalen Teils der Uropoden ist gezähnelt. Der flexible distale Teil ist radiär gefiedert.

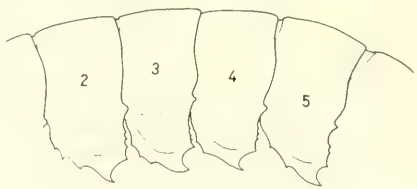


Abb. 6: *Palinurina longipes* Münster, Abdomen, 2.—5. Segment mit randlich gezähnelten Epimeren
Abdominal segments 2—5; pleura with small teeth on the margin and terminal spine

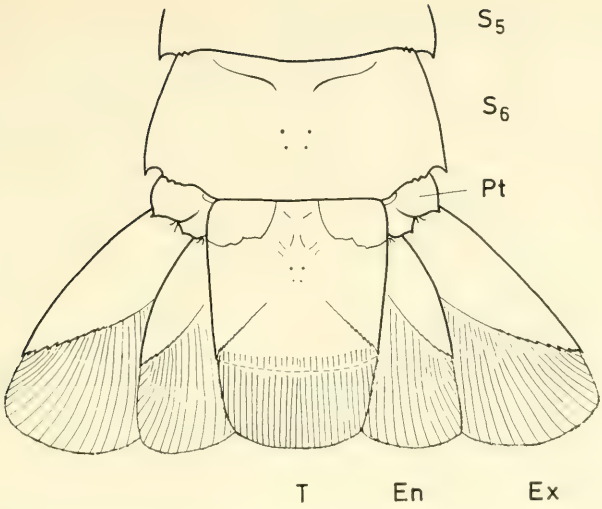


Abb. 7: *Palinurina longipes* MÜNSTER; Schwanzfächer, dorsale Aufsicht. Hinterer Teil unverkalkt, durch feine Rippen versteift. S_{5-6} Abdominalsegmente 5—6; *Pt* Protopodit; *T* Telson; *En* Endopodit; *Ex* Exopodit
dorsal view of tail fan with two preceding abdominal segments

Zum Schluß noch ein Hinweis auf die larvale Entwicklung. Aufgrund eingehender Untersuchungen kam kürzlich POLZ (1972) zu dem Ergebnis, daß es sich bei den unter *Phalangites priscus* MÜNSTER (= Form A bei POLZ) beschriebenen *Phyllosoma*-Resten aus den Plattenkalken um Larven von *P. longipes* handeln dürfte.

Vorkommen und Verbreitung:

Palinurina sp. (WOODWARD 1868): Sinemurium, Lyme Regis, England
Der mäßige Erhaltungszustand des verdrückten Exemplares ist für eine definitive Zuordnung unzureichend. WOODWARD stellte den Rest aufgrund der kräftigen Antennen und der wenig differenzierten Pereiopoden zu *P. longipes*.

Palinurina sp. WOODWARD 1868; Toarcium Ilminster, England
mäßig erhaltene Reste mit kräftigen Antennen und wenig differenzierten, in Klauen endenden Pereiopoden.

P. longipes MÜNSTER 1839; unt. Tithon (Solnhofener Plattenkalke), Bayern

3. Phylogenie

Auf die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung und die mangelhafte Kenntnis nicht nur der fossilen, sondern auch der rezenten Palinuridae wiesen GLAESSNER (1960, 42) und GEORGE (1967) wiederholt hin. Den 8 gegenwärtig lebenden Gattungen mit 48 Arten (GEORGE & MAIN 1967, 806) stehen nur 7 fossile Gattungen mit 46 Arten gegenüber. Zu der Lückenhaftigkeit der Überlieferung kommt hinzu, daß die Erhaltung des fossilen Materials in den seltensten Fällen für stammesgeschichtliche Betrachtungen ausreichend ist.

Aufgrund von Untersuchungen an rezenten Vertretern stellten GEORGE & MAIN vier gemeinsame morphologische Merkmale heraus, an deren Entwicklung sich gewisse phylogenetische Trends erkennen lassen. Nach einer ersten Aufteilung in 2 Gruppen („Silentes" und „Stridentes") je nach Fehlen oder Besitz eines Stridulationsorgans am zweiten Glied der Antennen-Stiele werden folgende Kriterien als signifikant gewertet, wobei in beiden Gruppen gleiche Entwicklungstendenzen bestehen sollen.

1. Die relative Größe und Lage des Supraorbitaldorns (mit einer zunehmenden lateralen Abtrennung und einem stärkeren Hervorspringen der Dornen)
2. Die Länge der Augenstiele (mit einer zunehmenden Verlängerung zur Verbesserung der Sicht, und damit verbunden die Vergrößerung der Supraorbitaldornen zum Schutz der Augen)
3. Die Struktur der Pleopoden beim 2. Abdominalsegment des Weibchens (mit zunehmender Vergrößerung der blattförmigen Endo/Exopoditen zur besseren Belüftung [?] der Eier)
4. Die Form des Carapax (mit einer zunehmenden Zurundung)

Dagegen sind nach GEORGE & MAIN die Skulptur des Abdomen, die relativen Größenverhältnisse der Pereiopoden und ihre distale Verbreiterung zu einer Subchela oder die Zähnelung der Pleuren von untergeordneter, mehr ökologischer Bedeutung.

Von diesen angeführten Merkmalen ist bei den fossilen Palinuriden in der Regel nur die Form und Gliederung des Carapax zu verwerten, wobei meist auch noch die für eine Zuordnung wichtigen Vorsprünge des Vorderrandes wie Rostrum, Supra- und Suborbital- und Antennaldorn fehlen. So ist teilweise eine Zuordnung der Carapax-Reste problematisch. Nach GLAESSNER (1969) unterscheidet sich etwa der mesozoische *Astacodes* vom rezenten *Palinurus* vor allem durch ein kräftigeres Rostrum, annähernd so lang wie das Supraorbitaldorn-Paar, während im Verlauf der Furchen eine weitgehende Übereinstimmung herrscht. Die Skulptur mit dem lanzettförmigen Feld auf der Gastricalregion ist kein zuverlässiges Merkmal, da sie bereits innerhalb der Gattung stark variiert. Tatsächlich sind bisher keine anderen wesentlichen Unterschiede festgestellt worden, so daß eine Reihe von fossilen Formen zu *Palinurus* gestellt wurden. Vergleicht man bei dem zweiten jurassischen Vertreter (bei *Palaeopalinurus* ist nach den wenigen bekannten Stücken eine Entscheidung nicht möglich) die Ausbildung des Supraorbitaldorns, so scheint der ihm zugesprochene progressive Charakter zweifelhaft. *Palinurina* weist sich ebenfalls wie *Astacodes* durch einen prominenten Supraorbitaldorn aus, desgleichen die ab der Unterkreide auftretende Gattung *Podocratus*. Es dürften hier vielmehr, wie es die beiden Autoren an anderer Stelle (S. 807) diskutieren, auch ökologische Gründe mitspielen. Bei einem Übergang zu einer Lebensweise in flacherem Wasser führte eine Verlängerung der Augenstiele zu einem besseren Sehvermögen; der Schutz der Augen bedingte eine Vergrößerung der Dornen des Carapax-Vorderrandes. Die restlichen Kriterien sind am fossilen Material leider nicht überprüfbar, selbst an den z. T. vorzüglich erhaltenen Exemplaren von *Palinurina* aus dem oberjurassischen Plattenkalken. *Palinurina* zeigt jedoch eine Reihe morphologischer Einzelheiten, die eine nahezu abgeschlossene Entwicklung der für die Palinuridae typischen Merkmale (Antennenstiele mit Epistom und Seitenrand des Carapax verbunden, fehlender Scaphocerit, kaum differenzierte Pereiopoden, Telson nur proximal verkalkt, vergl. S. 40) zumindest für die Zeit des oberen Jura belegen.

Die Palinuridae sind nach allgemeiner Ansicht von den Glypheoidea abzuleiten, ohne allerdings eine der bisher bekannten Gattungen als Stammform unmittelbar heranziehen zu können. Auffälligste Veränderungen sind:

1. die Verlagerung der Rückenfurchen bzw. ihre Reduktion
2. die Umgestaltung der Antennenstielglieder
3. die geringe Differenzierung der Pereiopoden
4. die nur teilweise Verkalkung von Telson und Uropoden und das Fehlen einer Diäresis

Ein Vergleich mit den Glypheoidea ergibt wenig Gemeinsamkeiten. Bei allen älteren Glypheiden wird der Carapax durch 3 gut ausgebildete, annähernd transversal über ihn verlaufende Rückenfurchen gegliedert. Bei allen sind die Antennenstiele 5gliedrig mit einer Schuppe entwickelt. Bei allen ist das 1. Pereiopoden-Paar kräftiger gestaltet und stärker spezialisiert und bei allen sind Telson und Uropoden vollständig verkalkt und es ist eine Diäresis vorhanden.

1. Die Verlagerung der Rückenfurchen nach vorn bzw. dorsalwärts und ihre Reduktion ist ein Phänomen, das auch innerhalb der zweiten Infraordnung der reptant lebenden Decapoden, den Astacidea während des Mesozoikums zu beobachten ist. Es kann mit einer Reduktion und Einwärtsverlagerung der Somite von Segment VI—VII erklärt werden, den Segmenten des 1. und 2. Maxillarfuß-Paares (pmx_{1-2}) (vergl. SECRETAN 1964, 47). Verantwortlich dafür dürfte teils die Vergrößerung der Muskulatur der Pereiopoden sein, teils eine Vergrößerung der Kiemenkammer mit einer Verdrängung des Musculus attractor epimeralis. Analog der Entwicklung der Astacidea (Erymidae-Nephropidae) käme eine Form aus der Nachbarschaft von *Aspidogaster/Pseudoglyphea* weit eher als gemeinsame Stammform in Frage als der bereits stark spezialisierte *Pemphix*. Bemerkenswert ist nicht nur das Palinuridae und Glypheoidea gemeinsame lanzettförmige Feld der Gastricalregion, sondern auch der kurze mediane Wulst der hinteren Branchialregion, den auch die Pemphicidae aufweisen. Die Dornenreihen des Vorderteils lassen sich zwangslos von den 3 Kielen etwa bei *Aspidogaster* ableiten. Dagegen erinnert die leicht aufgeblähte Antennalregion bei *Astacodes* mehr an Verhältnisse, wie sie bei den Pemphicidae, aber auch bei *Pseudoglyphea* herrschen.
2. Mit der Umgestaltung der Antennenstiele wird ein neuer Weg eingeschlagen. Basi- und Ischiocerit (2. u. 3. Stielglied) sind miteinander verwachsen. Das erste Stielglied, der Coxopodit, ist mit dem Epistom und dem seitlichen Rand des Carapax verschmolzen, so daß nur 3 freie Stielglieder vorhanden sind gegenüber 5 bei den Glypheidae und Pemphicidae. Die Mündungen der Antennendrüsen liegen seitlich auf dem Epistom, statt wie üblich auf dem ersten Stielglied. Es fehlt die Schuppe am Außenrand des 2. Gliedes. Vermittelnde Formen fehlen bislang. Als eine gewisse Gemeinsamkeit kann möglicherweise die Größenzunahme betrachtet werden. Die Antennen und ihre Stielglieder sind bereits bei den Glypheoidea (incl. Pemphicidae) relativ kräftig entwickelt.
3. In der Differenzierung der Pereiopoden haben die Glypheoidea ein fortgeschritteneres Stadium erreicht mit einer zunehmenden Spezialisierung des 1. Paares gegenüber den restlichen als Laufbeinen fungierenden Thoracopoden.
4. Die nur noch teilweise (proximale) Verkalkung des Telson und der Verlust der Diäresis sind als Neuerwerbungen der Palinuridae zu betrachten, möglicherweise im Zusammenhang mit einem Verzicht auf eine mehr schwimmende Fortbewegung. Die flexible, lederartige Beschaffenheit der hinteren Hälfte des Schwanzfä-

chers erübrigte die Anlage der Diäresis, die als eine Art Pseudogelenk ein Umbiegen des distalen Teils beim Rückstoßschwimmen ermöglichte.

Abschließend kann vorerst nicht mehr gesagt werden, als daß Palinuridae und Glypheoidea relativ wenig gemeinsame morphologische Merkmale haben, und daß beide von einer noch unbekannten gemeinsamen Stammform abzuleiten sind.

Nicht sehr viel günstiger sind die Aussagemöglichkeiten über die stammesgeschichtlichen Beziehungen innerhalb der Palinuridae, etwa zwischen den mesozoischen und heutigen Vertretern. Nach den morphologischen Untersuchungen an *Pa-*

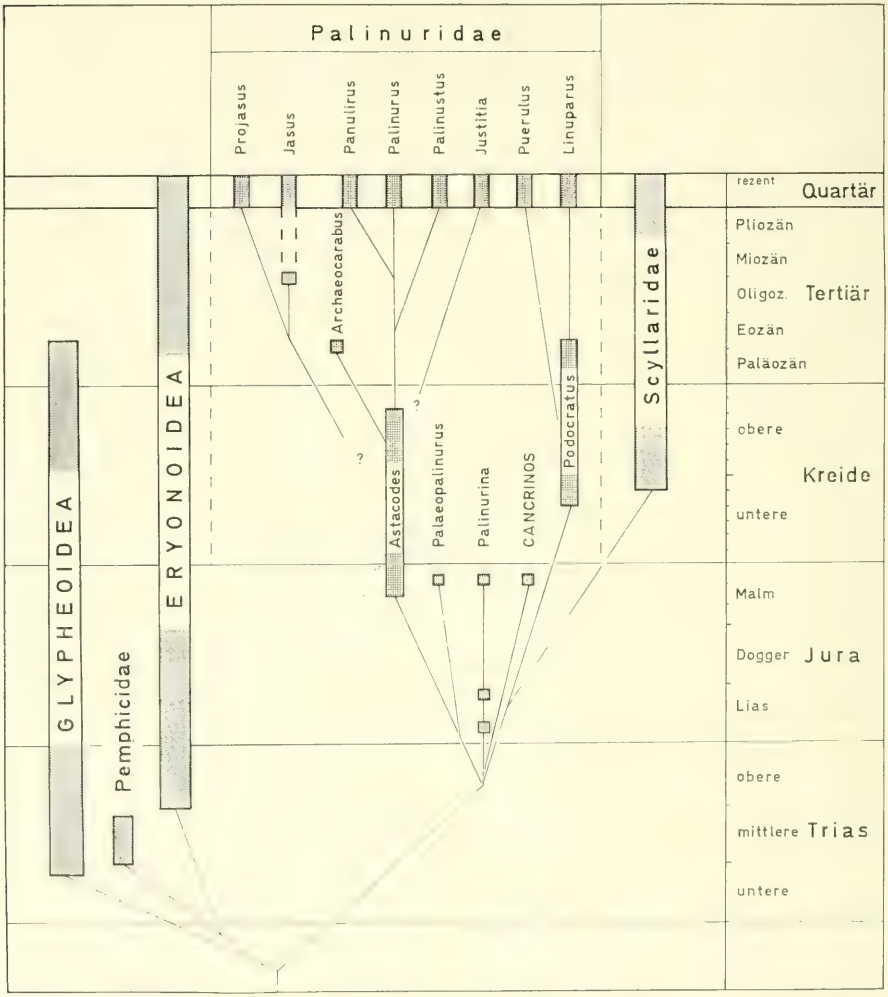


Abb. 8: Schematische Darstellung der vertikalen Verbreitung der Palinuridae und der vermutlichen phylogenetischen Beziehungen. Fossil record and supposed palinurid evolution

linurina ist die Herausgestaltung der für die Palinuridae typischen Merkmale im höheren Jura im wesentlichen abgeschlossen. Die Frage nach der Existenz oder nach dem Fehlen eines Stridulationsorgans konnte bei der fraglichen Natur dieses Apparates am vorliegenden Material nicht eindeutig beantwortet werden. Damit bleibt offen, ob eine Trennung in Silentes und Stridentes bereits im Mesozoikum vorgenommen werden kann, wie sie von GEORGE & MAIN vorgeschlagen wurde, oder nicht.

Palaeopalinurus ist nach der Gliederung des Carapax und nach der Skulptur von einer *Astacodes*-ähnlichen Form abzuleiten. *Astacodes* und *Palinurina* unterscheiden sich durch die verschieden weit fortgeschrittene Reduktion der hinteren Rückenfurchen. In diesem Merkmal läßt sich *Podocratus* an *Palinurina* anschließen. Zur Stabilisierung des (? weniger verkalkten) Carapax wird auf dessen Hinterteil ein durchgehender medianer Kiel angelegt. Ein zweiter bedornter Kiel in der Verlängerung der Suborbitaldorn-Reihe verstärkt die Flanke. *Podocratus* stellt bisher mit mehr als 30 Arten und Unterarten den größten Anteil fossiler Palinuridae und erreichte mit rund 25 Arten in der Oberkreide einen Höhepunkt. Hierher dürfte auch der einzige Rest gehören, auf dem die Gattung *Eurycarpus* basiert.

Im Tertiär ist die Überlieferungslücke fast noch größer als im Mesozoikum. Von den 8 rezent verbreiteten Gattungen ist allein *Jasus* ins Miozän zurückzuverfolgen. *Palinurus* weist enge Beziehungen zur mesozoischen Gattung *Astacodes* auf, unterscheidet sich aber durch ein reduziertes Rostrum. Mit *Archaeocarabus* aus dem Eozän ist zwar ein tertiärer Vertreter bekannt, der in der Gliederung des Carapax, einem prominenten Rostrum und einer squamosiformen Skulptur gut an *Astacodes* anzuschließen ist. Das Rostrum wird jedoch nach WOODS (1923) von 2 Fortsätzen des Antennularsternum seitlich umfaßt und verwächst mit ihm ähnlich wie bei *Jasus*.

4. Übersicht über die stratigraphische Verbreitung

	Jura			Kreide							Tertiär					Pleistozän
	Lias	Dogger	Malm	Neokom	Apt	Alb	Cenoman	Turon	Coniac	Santon	Campan	Maastricht	Paläozän	Eozän	Oligozän	Miozän	Pliozän	
Palinurina	?																	
Astacodes																		
Palaeopalinurus																		
Podocratus																		
(Eurycarpus)																		
Archaeocarabus																		
Jasus																		
Palinurus																		

Archaeocarabus und damit auch *Astacodes* käme demnach eine Art Schlüsselstellung zu bei der Frage nach der Entwicklung bzw. Reduktion des Stridulationsorgans und nach der Berechtigung einer Trennung in Silentes und Stridentes. Es ist zu hoffen, daß sich durch Neuuntersuchungen an *Archaeocarabus* und vor allem durch eine vermehrte Kenntnis der Morphologie der mesozoischen Palinuridae mittels vorhandenem Material und künftigen Funden diese Kenntnislücke schließen wird.

Eine neue, von Dr. Pinna, Milano, aufgesammelte Krebs-Fauna aus dem Nor enthält Formen, bei denen es sich möglicherweise um die bisher ältesten Vertreter der Palinuridae handeln könnte.

Literatur

einschlägige Literatur vor 1929 in:

Glaessner, M. F., 1929: Fossilium Catalogus **41**, Crustacea decapoda 464 S., Berlin

Bachmayer, F., 1954: *Palaeopalinurus glaessneri* n. g. n. sp. aus dem Oberjura-Kalk von Stramberg in Mähren. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **99**, S. 147—152, Taf. 8, 2 Abb., Stuttgart

Bachmayer, F., 1959: Neue Crustaceen aus dem Jura von Stramberg. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss. math. nat. wiss. Kl., Abt. I, **168**, S. 937—944, 2 Taf., Wien

Balss, H., Buddenbrock, W. V., Gruner, H. E. & Korschelt, E., 1940—1961; in Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. 5, 1 Abt., 7 Buch, Decapoda, 2169 S., 1217 Abb., Leipzig

Förster, R. 1967: Die reptanten Dekapoden der Trias. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. **128**, S. 136—194, Taf. 9—12, 17 Abb., Stuttgart

Förster, R. 1971: Die Mecochiridae, eine spezialisierte Familie der mesozoischen Glypheoidea (Crustacea, Decapoda). -ibidem **137**, S. 396—421, 9 Abb.

Gall, H. 1971: Geol. Karte von Bayern, 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7328 Wittislingen. — 186 S., 17 Abb., München

George, R. W. & Main, A. R., 1967: The Evolution of Spiny Lobsters (Palinuridae): a Study of Evolution in the Marine Environment. — Evolution **21**, S. 803—820, 3 Abb., Chicago

Glaessner, M. F., 1960: The Fossil Decapod Crustacea of New Zealand and the Evolution of the Order Decapoda. — N. Zealand Geol. Surv., Paleont. Bull. **31**, 63, S., 7 Taf., 22 Abb., Wellington

Glaessner, M. F., 1969: Decapoda. — in: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4, S. R 399—R 533, Abb. 217—340, Lawrence

Mertin, H. 1941: Decapode Krebse aus dem subhercynen und Braunschweiger Emscher und Untersenon. — Nova Acta Leopoldina N. F. **10**, Nr. 68, 149—264, 8 Taf., 30 Abb., Halle

Polz, H., 1972: Entwicklungsstadien bei fossilen Phyllosomen (Form A) aus den Solnhofener Plattenkalken. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1972, S. 678—689, 8 Abb., Stuttgart

Rathbun, M. J. 1935: Fossil Crustacea of the Atlantic and Gulf Coastal Plain. — Geol. Soc. America, Spec. pap. **2**, 160 S., 26 Taf., 2 Abb., Baltimore

Rathbun, M. J., 1954: Decapod Crustacea. — in: Ladd & Hoffmeister, Geology of Lau, Fiji. — Bern. P. Bishop Mus. Bull. **181**, S. 373—383, Taf. 54—62, Honolulu

Secretan, S., 1964: Les Crustacés Décapodes du Jurassique supérieur et du Crétacé de Madagascar. — Mém. Mus. Nat. Hist. natur., sér. C **14**, 226 S., 20 Taf., 114 Abb., Paris

Stenzel, H. B., 1945: Decapod Crustaceans from the Cretaceous of Texas. — Univ. Texas Publ. **4401**, S. 401—476, Taf. 34—45, 16 Abb., Austin

Woods, J. T., 1957: Macrurous Decapods from the Cretaceous of Queensland. — Mem. Queensland Mus. **13**, S. 155—174, Taf. 4—6, 8 Abb., Brisbane

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 47—94 | München, 15. 12. 1973

Ostracoden aus einigen Profilen spät- und postglazialer Karbonatablagerungen in Mitteleuropa

Von Adolf Absolon[1])

Mit 40 Abbildungen, 2 Tabellen und Tafel 3

Zusammenfassung

Geologische und paläontologische Untersuchungen an 40 Profilen von Kalkablagerungen spät- und postglazialen Alters (24 in Böhmen, 10 in Bayern[2]), 4 in der Slowakei, 1 in Mähren, 1 im Kanton Zürich) ermöglichen es, neue Erkenntnisse über fossile Süßwasserostracoden zusammenzufassen. Es wurde festgestellt, daß es mit Hilfe der Ostracoden möglich ist, den ehemaligen Biotop mit relativ großer Genauigkeit zu rekonstruieren. Die 52 gefundenen Arten, davon 2 neue, wurden in sechs palökologische Gruppen eingeteilt: A — Grundwasserfauna; B — Fauna der Quellkalke; C — Fauna der Bachkalke; D — Fauna der Sumpfkalke; E — Fauna der Seekalke; F — Fauna periodischer Gewässer. Weiter wurde die Biostratigraphie der Süßwasserostracoden an der Grenze Spätglazial/Altholozän untersucht. In Korrelation mit Pollenanalysen wurde festgestellt, daß die spätglaziale Ostracodengemeinschaft (sog. „*candida*-Fauna") im Präboreal von einer neuen Vergesellschaftung (sog. „*cordata*-Fauna") abgelöst wird.

Shrnutí

Geologické a paleontologické výzkumy řady lokalit postglaciálních karbonátových sedimentů ve střední Evropě (24 v Čechách, 10 v Bavorsku, 4 na Slovensku, 1 na Moravě, 1 ve Švýcarsku) poskytly nové poznatky o fosilních sladkovodních ostrakodech. Ukázalo se, že pro jednotlivé typy karbonátů jsou charakteristická ostrakodová společenstva, a že je možno pomocí fosilních ostrakodů rekonstruovat s dosti velkou přesností původní biotop a stanovit jeho změny během sedimentace. Zároveň je možno rozlišovat jednotlivé genetické typy karbonátových

[1]) Dr. A. Absolon, Geologisches Institut der ČSAV, Praha 2, Trojanova 13. Diese Arbeit entstand im Rahmen eines Forschungsstipendiums der Alexander-von-Humboldt-Stiftung, die auch eine Druckkostenbeihilfe gewährte.

[2]) Die einjährigen Untersuchungen in Bayern wurden am Institut für Paläontologie und historische Geologie in München durchgeführt. Ich möchte den Herren Prof. Dr. H. Hagn (München), Prof. Dr. B. Frenzel (Stuttgart) und Dr. W. Ohmert (München) für ihre Hilfe herzlich danken.

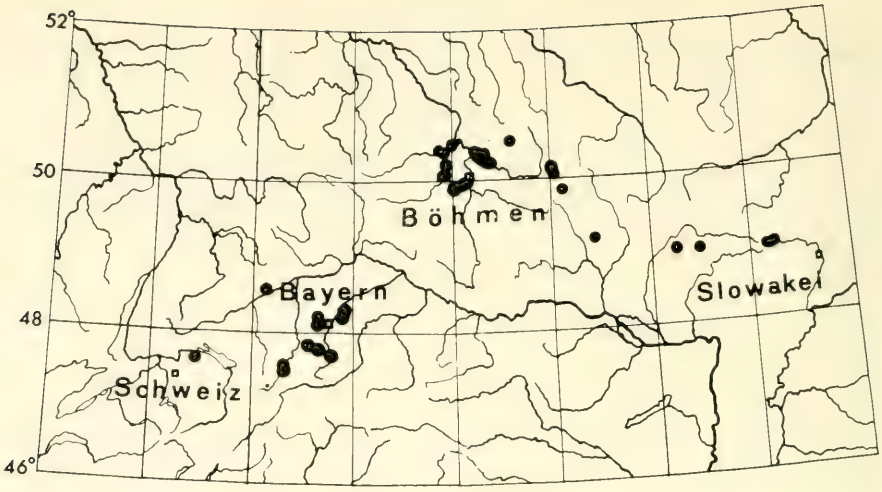


Abb. 1: Lageskizze der Fundstellen spät- und postglazialer Kalkablagerungen, deren Ostracodenfaunen in dieser Arbeit behandelt werden.

sedimentů a přechody mezi nimi. Bylo stanoveno šest paleoekologických skupin: A — fauna podzemní vody, B — fauna pramenných karbonátů, C — fauna potočních karbonátů; D — fauna močálových karbonátů, E — fauna jezerních karbonátů, F — fauna periodických vod. V rámci skupiny E byla sledována klimatická závislost změn ve složení ostrakodové fauny na profilech Liblice, Stará Lysá, Hrabanov a Seeshaupt. V korelaci s pylovými analysami a měkkýší faunou bylo zjištěno, že pozdně glaciální ostrakodová fauna, kterou zde nazývám „candidová fauna" byla během preboreálu vystřídána tzv. „cordátovou faunou".

Inhalt

Einführung in die Problematik 49
A Ostracoden des Grundwassers 49
B Ostracoden der Quellkalkablagerungen 51
C Ostracoden der Bachkalkablagerungen 53
D Ostracoden der Sumpf- und Moorablagerungen 57
E Ostracoden der Seekalkablagerungen 63
F Ostracoden der periodischen Gewässer 82
Palökologische Bedeutung der fossilen Süßwasserostracoden 83
Bedeutung der Süßwasserostracoden für die Quartärstratigraphie 85
Schlußfolgerungen 91
Literaturverzeichnis 92

Einführung in die Problematik

Die Lösung palökologischer und paläoklimatologischer Probleme der Quartärgeologie mit Hilfe von Süßwasserostracoden, die sich unsere Arbeit zum Ziel gesetzt hat, hängt von der Menge der ökologischen Daten ab, die zur Verfügung stehen. Es ist unbestreitbar, daß die bisherige zoologische Literatur ungenügende ökologische Angaben gibt. Manche Forscher sind sich dieser Tatsache bewußt und einige haben versucht, diese Angaben mit eigener Untersuchung zu vervollkommnen oder zu präzisieren. Als Beispiel kann eine Arbeit von DELORME (1969) dienen, der 4250 rezente Proben aus verschiedensten Biotopen analysiert hat. Die mit Hilfe eines Computers erzielten Ergebnisse hat er in palökologischen Untersuchungen angewandt (1971). Einen anderen Weg hat MANIA (1967) angedeutet, als er an der Lokalität Aschersleben erst nach gründlichem Studium der Geologie, der Lithologie und der Stratigraphie die Ostracodenfaunen analysierte.

Meiner Meinung nach ist neben der mangelnden Kenntnis der rezenten Ökologie die ungenügende Vertrautheit mit der quartären Geologie das Haupthindernis palökologischer und biostratigraphischer Untersuchungen quartärer Süßwasserostracoden.

In der vorliegenden Arbeit ging ich vom ausführlichen Studium der geologischen Verhältnisse einzelner Profile aus und konzentrierte mich ausschließlich auf die jüngste geologische Periode — das Spät- und Postglazial. In spät- und postglazialen Kalkablagerungen treten fossile Ostracoden sehr häufig auf, oft häufiger als die Mollusken. Ihre sehr gute Erhaltung erleichterte die Artbestimmung und so indirekt die statistische Erfassung.

Bei der Bearbeitung wählte ich die Methode, die von Paläobotanikern angewendet wird. Die Proben wurden regelmäßig in kleinen Abständen (10—20 cm) entnommen, die ausgeschlämmten Ostracodenklappen statistisch ausgewertet und die Ergebnisse als Schattendiagramm dargestellt. Erst aus diesem ist ersichtlich, wie sich die Fauna entwickelt, wann einzelne Arten einsetzen bzw. zurücktreten. Man kann auch verfolgen, welche Arten sich gleich oder ähnlich verhalten. Auf Grund des Vergleichs mehrerer Profile wurde ermittelt, daß dieses Verhalten mit der Genese der Ablagerungen gesetzmäßig zusammenhängt. Die auf diese Weise gewonnenen palökologischen Befunde waren das Hauptkriterium für eine Zuordnung der gefundenen Arten zu 6 Gruppen nach ihrem ursprünglichen Biotop, was in den nachstehenden Kapiteln behandelt wird. Es liegen ganz neue Erkenntnisse vor, die natürlich mit der Zeit noch präzisiert werden müssen.

A Ostracoden des Grundwassers

In holozänen Kalkablagerungen kommen einige Ostracodenarten vor, deren rezente Vertreter als Grundwasserformen bezeichnet werden. Das fossile Vorkommen in quartären Ablagerungen könnte daher allochthon sein, d. h. auf eine Einschwemmung aus Quellen zurückgehen. Es wäre aber ebenso möglich, daß sie erst später in dem Kalksediment unter dem Grundwasserspiegel gelebt haben, was man sich z. B. bei dem großporenreichen Travertin gut vorstellen könnte. In diesem Fall würden diese Ostracoden aber weder über die Genese, noch über die Stratigraphie der Ablagerungen etwas aussagen.

Es sind drei Grundwasserformen gefunden worden:

Candona eremita (Vejdovský 1880)
(Abb. 8)

Böhmen:
AH[3]) — Čečelice, Sumpfkreide, 2,8 %[4])
AH — Studeňany, Alm, 0,5 %
AH/MH — Hurychův Dolec, Bachkalke, 3,4 %

Palökologie: Die seltene Art *Candona eremita* ist rezent bisher in Brunnen, Höhlen (Jančařík 1951) und Quellen (Petkovski 1966) gefunden worden. Mehrere fossile Exemplare von den oben erwähnten Fundstellen zeigen, daß die Art in der Vergangenheit auch Oberflächen-Gewässer bewohnen konnte. Die Sumpfkreide von Čečelice ist nämlich im Moorgebiet entstanden, in dem keine Beweise für einen Transport von Quellen vorhanden sind.

Bemerkung: Es handelt sich um die ersten fossilen Funde dieser Art.

Candona kieferi Klie 1938
(Abb. 9)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 3,9 %
Bayern:
AH — Lochhausen, Alm, 3 %
SB — Ismaning-Brennermühle, Alm, 2 %

Palökologie: Die sehr seltene Art *C. kieferi* ist von Klie (1938) in der Grundwasserfauna beobachtet worden. Auch alle drei Fossilfundstellen liegen im Bereich von Quellen, woraus *C. kieferi* eingeschwemmt werden konnte.

Bemerkung: Es handelt sich um die ersten fossilen Funde dieser Art.

Cypridopsis subterranea Wolf 1919
(Abb. 10)

Slowakei:
AH — Súlov, Quellkalke, 5 %
Mähren:
H — Pustý žleb, Quellkalke, 4 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 0,3 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 4 %
AH/MH — Hurychův Dolec, Bachkalke, 29 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalke, 40 %
A — Křivoklát-U Eremita, Quellkalke, 2 %

Palökologie: In der rezenten Fauna gilt diese Art als ein Krenobiont, der in wasserführenden Spalten kalkhaltiger Gesteine lebt und von hier aus in Quellaustritte gelangt (Klie 1938; Löffler 1963). In Quartärablagerungen ist sie auf Quell- und Bachkalke beschränkt, in denen sie hohe prozentuale Anteile erreichen kann.

Bemerkung: Es handelt sich um die ersten fossilen Funde dieser Art.

[3]) Hier müssen die Abkürzungen erklärt werden: SW — Spätwürm, PB — Präboreal, B — Boreal, A — Atlantikum, SB — Subboreal, AH — Altholozän, MH — Mittelholozän, H — Holozän

[4]) Der maximale prozentuale Anteil, den die Art an genannter Fundstelle erreicht.

B Ostracoden der Quellkalkablagerungen

Unter der Bezeichnung Quellkalk verstehe ich in dieser Arbeit lockere, relativ grobkörnige Ablagerungen an kalten Quellen. Diese wurden früher als Kalktuff bezeichnet, während sich neuerdings der Name Dauch durchsetzt. Aber weder der Begriff Kalktuff, noch der Begriff Dauch unterscheiden zwischen Kalkablagerungen an Hängen, bzw. am Hangfuß und solchen in Bachauen. Für unsere palökologischen Untersuchungen ist wichtig, daß Quellkalke gewölbte Lager direkt an der Quelle bilden, wo es fast keine Möglichkeit zur Entstehung größerer und tieferer Wasseransammlungen gibt. Der größere Teil des Lagers ist gewöhnlich nur stark durchfeuchtet und mit feuchtigkeitsliebenden Pflanzen bedeckt. Das Quellwasser fließt langsam über kleine Kaskaden, ohne daß sich größere Wasserbecken bilden. Es wurde beobachtet, daß es zwischen dem Ostracodenspektrum und der Neigung des Quellkalklagers eine gewisse Abhängigkeit gibt. Die Fundstelle „U Eremita" unweit von Křivoklát (Böhmen) ist ein Beispiel für steile Neigung, fast 50°. Dort wurden nur echte Quellkalkformen *Cypridopsis subterranea* (2 %), *Potamocypris zschokkei* (25 %) und *Ilyodromus olivaceus* (73 %) nachgewiesen. Bei flacher Neigung ist die Bildung von Sümpfen oder Mooren möglich und im Ostracodenspektrum erscheinen schon einige Arten, die für Sumpfkalke charakteristisch sind. Als Beispiel dient die Lokalität Milešov (Böhmen), an der das Einfallen der Quellkuppe nur ein paar Grad beträgt. Das Ostracodenspektrum bilden hier folgende Arten: *Potamocypris zschokkei* (21,8 %), *Ilyodromus olivaceus* (46,9 %), *Candona brevicornis* (1,3 %), *Ilyocypris bradyi* (0,7 %), *Eucypris pigra* (4,0 %), *Scottia pseudobrowniana* (21,1 %) und *Candona albincans* (3,3 %). Dieses Spektrum kann man auf der Abbildung 2 finden.

Die Ostracoden der Quellkalkablagerungen bilden eine spezifische Gruppe, deren Vertreter nie in Ablagerungen stehender Großgewässer auftreten.

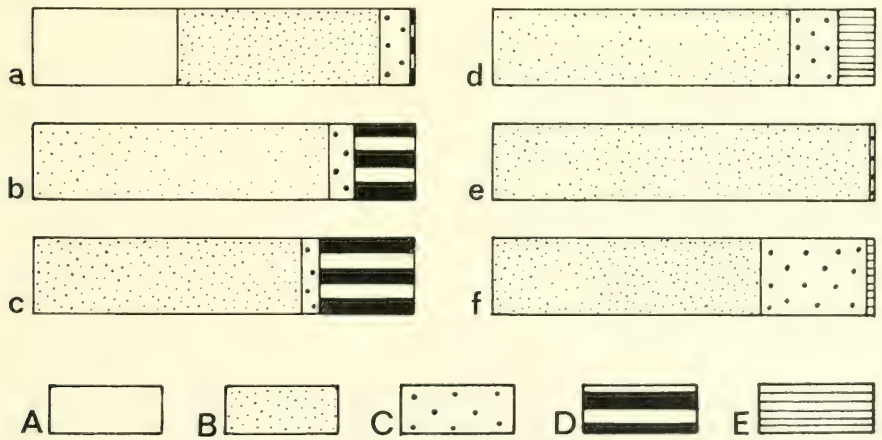


Abb. 2: Ostracodenspektren der Quellkalkablagerungen von:
a—b: Křivoklát-Čertův luh (Böhmen), Schicht 9 und 2; c: Milešov (Böhmen); d: Šebín bei Libochovice (Böhmen); A: Ostracoden des Grundwassers; B: Ostracoden der Quellkalke; C: Ostracoden der Bachkalke; D: Ostracoden der Sumpfkalke; E: Ostracoden der Seekalke.

Potamocypris zschokkei (Kaufmann 1900)

(Abb. 12)

Slowakei:
AH — Súlov, Quellkalke, 31 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 13 %
Mähren:
H — Pustý Žleb, Quellkalke, 60 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 1 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 41 %
AH/HM — Hurychův dolec, Bachkalke, 63 %
A — Malá Chuchle, Quellkalke, 98,8 %
A — Křivoklát-U Eremita, Quellkalke, 25 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalke, 42 %
H — Koda, Quellkalke, 74,8 %
H — Šebín, Quellkalke, 35 %
H — Sv. Jan p. Skalou, Quellkalke, 67 %
H — Zadní Kopanina, Bachkalke, 25 %
Bayern:
PB — Bad Tölz-Rehgraben, Bachkalke, 23,2 %

P a l ö k o l o g i e : Die rezente Form *P. zschokkei* (Syn. *P. wolfi)* wird den Krenobionten zugeordnet (Klie 1925; Graf 1938; Bronstein 1947; Nüchterlein 1969 u. a.). Fossil kommt sie in Quellkalken und Bachkalken sehr häufig vor; sie kann in extremen Fällen fast 100 % erreichen. *P. zschokkei* ist ein Hauptindikator für fließende Quellgewässer.

B e m e r k u n g : Es ist besonders schwer, fossile sowie rezente Arten der Gattung *Potamocypris* richtig zu bestimmen. Oft wird nur *Potamocypris* sp. angegeben. In der Literatur gibt es keine Angaben über fossile Vorkommen von *P. zschokkei.*

Candona brevicornis Klie 1925

(Abb. 11)

Mähren:
H — Pustý Žleb, Quellkalke, 2 %
Böhmen:
AH — Bolehošť, Quellkalk- und Almserie, 8 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 6 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalke, 8 %
H — Šebín, Quellkalke, 3 %
H — Bilichov, Quellkalke, 6 %

P a l ö k o l o g i e : Eine nicht häufige Form der holozänen Quellkalkablagerungen, die in Quellbiotopen mit fließendem Wasser entstanden sind.

B e m e r k u n g : Im Jahre 1961 beschrieb Lüttig eine fossile Unterart *Candona brisiaca antiqua.* Diese Form fand ich auch mehrmals in holozänen Quellablagerungen, vermutete jedoch nicht, daß es sich um eine Unterart von *Candona brisiaca* handelt. Erst nach einem rezenten Fund in der Slowakei (im Druck) konnte ich feststellen, daß *C. brisiaca antiqua* Lüttig und *C. brevicornis* Klie die gleiche Art darstellen müssen.

Ilyodromus olivaceus (Brady & Norman 1889)
(Abb. 13)

Mähren:
H — Pustý žleb, Quellkalke, 29 %
Böhmen:
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 11 %
A — Křivoklát-U Eremita, Quellkalke, 73 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalke, 63 %
H — Šebín, Quellkalke, 40 %
H — Bilichov, Quellkalke, 6,5 %
H — Koda, Quellkalke, 25 %
H — Milešov, Quellkalke, 47 %
H — Sv. Jan p. Skalou, Quellkalke, 5 %
H — Zadní Kopanina, Bachkalke, 40 %

Palökologie: *I. olivaceus* scheint der ganzen Art ihres fossilen Auftretens nach ein Indikator flacher, fließender Quellgewässer zu sein, was mit der Ökologie der rezenten Form von *I. olivaceus* übereinstimmt.

Bemerkung: Dies hier sind nicht die ersten fossilen Funde von *I. olivaceus*, da ich die von Lüttig (1961) aus dem Quellkalk von Alfeld beschriebene Art *Cyprinotus cheruscus* n. sp. für *I. olivaceus* halte. Auch die von Alfeld beschriebene Art *Cypridopsis tumida* Lüttig 1961 ist nach rezentem Vergleichsmaterial ein Larvenstadium von *I. olivaceus*.

Ilyodromus fontinalis Wolf 1919

Mähren:
H — Pustý žleb, Quellkalke, 52 %

Palökologie: Die ursprünglichen Umweltsansprüche dieser Art belegt nur ein Fossilfund, der aus einer Quellkalkserie stammt. Durch das ganze Profil „Pustý žleb" kann man eine artenarme Ostracodengesellschaft verfolgen: *I. fontinalis, I. olivaceus, P. zschokkei,* vereinzelt *C. subterranea, C. brevicornis* und *I. bradyi. I. fontinalis* muß als Indikator fließender Quellgewässer gelten, was mit den Angaben von Wolf (1919) und Nüchterlein (1969) übereinstimmt.

Bemerkung: Es handelt sich um den ersten Fossilfund dieser Art.

C Ostracoden der Bachkalkablagerungen

Bachkalkablagerungen und die mit ihnen genetisch eng verbundenen Quellkalkablagerungen unterscheiden sich voneinander vor allem durch die Morphologie ihrer Lagerstätten. Bachkalke bilden flache, stufenförmige Lager in den Talauen der Bäche, die ihr Wasser von Quellen beziehen. Hier können schon größere, flache, vielfach sumpfige Wasserbecken entstehen, was sich auf die Ostracodenvergesellschaftung auswirkt. Die Artenzahl ist wesentlich größer, als bei den Quellkalken, da mit Ausnahme der Ostracoden periodischer Gewässer alle palökologischen Gruppen vertreten sind (s. Abb. 3). Der Anteil an Sumpfarten nimmt zu und es kommen schon einige Arten vor, die gewöhnlich Seekalke bevorzugen. Vornehmlich sind das die zwei indifferenten Arten *Cyclocypris ovum* und *Candona marchica.*

In Wirklichkeit gibt es keine typischen Arten für Bachkalke. Die hier herausgegriffenen Arten *Eucypris pigra* und *Ilyocypris bradyi* sind nicht nur auf diese Ablagerungen beschränkt, wie man aus dem nachstehenden Verzeichnis entnehmen kann. Ihr häufiges Auftreten kennzeichnet jedoch die Bachkalke.

Eucypris pigra (Fischer 1851)
(Abb. 14)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 19 %
AH — Sulov, Quellkalke, 7 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 3 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 32 %
B — Malý Újezdec, Seekreide, 3 %
AH — Liblice, Sumpfkreide mit Torflinsen, 1,5 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 6 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 11 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 3 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 40 %
AH — Bolehošť, Quellkalk- und Almserie, 37 %
AH — Studeňany, Alm, 8,8 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 20 %
MH — Kojovice, Flachmoortorf mit Dauch, 8 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalke, 9 %
H — Bilichov, Quellkalke, 8 %
H — Milešov, Quellkalke, 4 %
Bayern:
PB — Bad Tölz-Rehgraben, Bachkalke, 2 %
A — Polling, Bachkalke, 16 %
A — Wittislingen, Bachkalke, 36 %
MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 10 %
SB — Dachau, Alm, 5 %
SB — Klösterschweige, Alm, 8 %

Palökologie: Sehr treffende Angaben findet man bei G. W. Müller (1900): „Eine besondere Vorliebe scheinen die Tiere für Gewässer zu haben, in denen das Wasser nur wenige mm hoch steht, kaum den Boden bedeckt, aber durch beständigen Zufluß auf dieser Höhe gehalten wird." Nach den geologischen Verhältnissen oben genannter Fundstellen scheint *E. pigra* wirklich nur auf seichte, langsam fließende Gewässer beschränkt zu sein. In Seekreiden kommt sie vor, bzw. erreicht ihr Maximum in stärker dauchhaltigen Schichten (Malý Újezd, Horka-Bolek).

Ilyocypris bradyi (Sars 1890)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide mit Dauchsand, 10 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 9 %
Mähren:
H — Pustý žleb, Quellkalke, 2 %

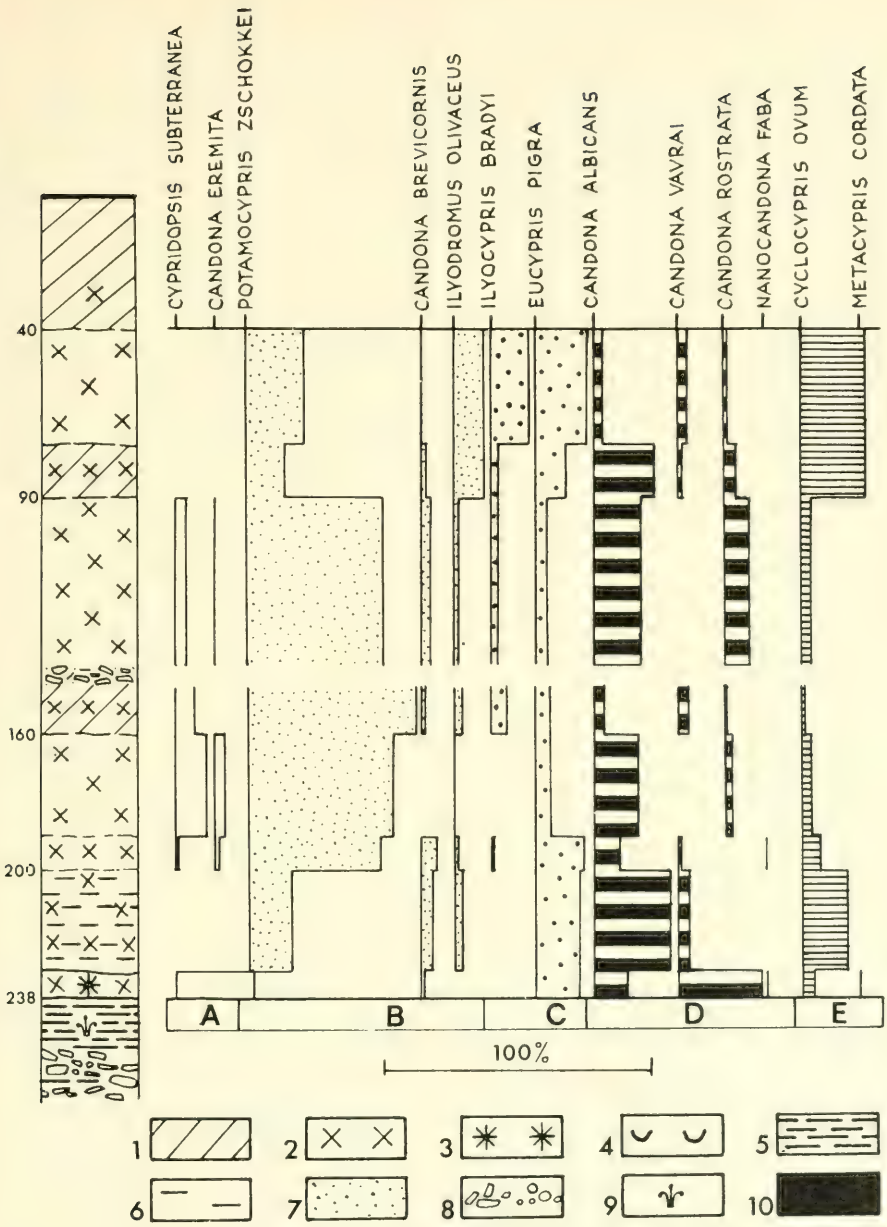


Abb. 3: Profil von Hurychův dolec (Böhmen). Beispiel einer Ostracodengesellschaft einer Bachkalkserie.
1: Lehm, bzw. lehmig; 2: Dauchsand; 3: Alm; 4: Seekreide; 5: Schluff, Ton; 6: tonig, schluffig (bei der Kombination 4 und 5 handelt es sich um einen Süßwassermergel); 7: Sand, sandig; 8: Schotter; 9: großer Anteil an Pflanzenresten; 10: Torf.

Böhmen:

SW	—	Liblice, Seemergel, 1 %
SW	—	Dobroměřice, Sumpfmergel, 31 %
AH	—	Bilichov, Bachkalke, 14 %
AH/MH	—	Hurychův dolec, Bachkalke, 14 %
H	—	Šebín, Quellkalke, 12 %
H	—	Sv. Jan p. Skalou, Quellkalke, 24 %
H	—	Malá Chuchle, Quellkalke, 1 %
H	—	Milešov, Quellkalke, 0,7 %

P a l ö k o l o g i e : *I. bradyi* scheint der ganzen Art ihres fossilen Auftretens nach ein Indikator flacher, fließender Quellgewässer zu sein, was mit der Ökologie der rezenten Form übereinstimmt (Wolf 1919; Klie 1938; Petkovski 1966 u. a.). Doch findet man diese Art auch in verschiedenen Sumpfablagerungen, vor allem im pleistozänen Sumpfmergel und im Sumpflöß (Wüst 1903; Triebel 1950; Kollmann 1962; Kempf 1967).

Es wurde schon gesagt, daß in flachen Tälern, in denen Bachkalke entstanden sind, günstige Bedingungen zur Bildung sumpfiger Wasserbecken geherrscht haben. In größeren Dauchlagern breiter Täler konnten sich hinter einer Travertinbarriere sehr flache, mit Characeen dicht bewachsene Wasserbecken bilden. Hier entstanden feine, lockere Dauchsande, die manchmal auch Seekreide oder Charakreide genannt werden. Das Ostracodenspektrum weicht aber vom Ostracodenspektrum echter Seekreiden sehr deutlich ab (vgl. Abb. 4 und 7). Als Beispiel kann die Fundstelle Wittislingen in Bayern[5]) angeführt werden. Hier wurden in sogenannter Seekreide gefunden: *Eucypris pigra* (Bachkalkform, 36,2 %), *Cyclocypris diebeli* n. sp. und *Candona vavrai* (Sumpfkalkformen, 18,4%), *Cyclocypris ovum, Candona marchica* und *Candona candida* (Seekalkformen, 44,8 %). In derartigen Ablagerungen kommen Ostracoden der Quellkalke nur selten vor. Kennzeichnend ist das Vorkommen von *E. pigra* und Ostracoden der Sumpfkalke. Ostracoden der Seeablagerungen sind fast nur mit indifferenten Arten *C. marchica* und *C. ovum* vertreten. Deswegen habe ich Ablagerungen dieser Art noch den Bachkalken zugeordnet.

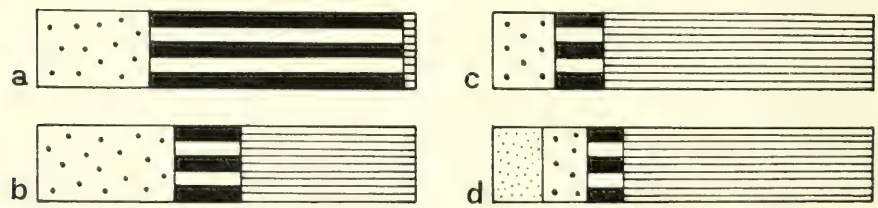


Abb. 4: Ostracodenspektren der Kalkablagerungen sumpfiger Wasserbecken innerhalb Bachkalken.
a—b: Wittislingen (Bayern), Probe 3 und 4; c: Polling (Bayern); d: Hranovnica-Pleso (Slowakei).

[5]) Herrn H. Seitz (Lauingen/Donau), der mich mit dieser Fundstelle vertraut gemacht hat, möchte ich hier herzlich danken.

D Ostracoden der Sumpf- und Moorablagerungen

Zu dieser Gruppe gehören Ostracoden aus verschiedenen Karbonatablagerungen, die in sehr seichten und pflanzenreichen Wasseransammlungen entstanden. Ein typisches solches Sediment wird als Alm bezeichnet. Im Rahmen der Untersuchungen in Bayern habe ich die klassischen Almlokalitäten paläontologisch bearbeitet.

Der Alm ist ein feinkörniger, lockerer Kalkabsatz, der unter besonderen Bedingungen entsteht. Die Karbonatfällung vollzieht sich dort, wo ein Moor von kalkreichen Sickerquellen getränkt wird. Der Grundwasserspiegel ist an der Stelle der Sickerquellen gewölbt, was verursacht, daß auch der Alm gewölbte, linsenartige Lager bildet, ähnlich, wie die echten Quellkalklager. Hier können freilich keine größeren Wasseransammlungen mit freiem Wasserspiegel entstehen. Den Biotop kann man als dauernd sehr naß, pflanzenreich kennzeichnen.

Zu der Gruppe von Sumpf- und Moorablagerungen gehören noch diejenigen Sedimente, für die ich hier den Namen Sumpfkreide und Sumpfmergel benutze. Vom genetischen Gesichtspunkt aus stehen sie zwischen dem Alm und der Seekreide, bzw. dem Seemergel.

Schließlich gehören zu dieser Gruppe einige organische kalkhaltige Sedimente, z. B. der kalkhaltige Flachmoortorf.

Scottia pseudobrowniana Kempf 1971
(Abb. 15)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 2 %
Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfkreide, 7 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 6 %
AH — Studeňany, Alm, 53 %
B — Malý Újezd, Sumpfkreide, 47 %
B — Byšice, Sumpfkreide, 16 %
A — Křivoklát-Čertův luh, Quellkalk, 16 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 32 %
H — Milešov, Quellkalk, 21 %
Bayern:
PB — Bad Tölz-Rehgraben, Bachkalke, 8 %
A — Lochhausen, Alm, 5 %
A — Wittislingen, Bachkalke, 7 %
A — Polling, Bachkalke, 8 %
MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 63 %
SB — Dachau, Alm, 80 %
SB — Klösterschweige, Alm, 47 %

Palökologie: Von den Zoologen wird *S. pseudobrowniana* als Krenobiont bezeichnet (Klie 1925; Bronstein 1947). Ich untersuchte die heutigen Biotope mit S. pseudobrowniana (teilweise in Absolon 1967) und stellte fest, daß sie nicht direkt in Quellaustritten, sondern an sehr feuchten Standorten in der nächsten Nachbarschaft von Quellen, bzw. von Sickerquellen lebt. Sie hat eine Neigung zur semiterrestrischen Lebensweise (vgl. Danielopol & Vespremeany 1964). Vom palökologischen Gesichtspunkt aus ist *S. pseudobrowniana* ein Indikator permanent stark feuchter Sumpfbiotope. Sie ist im Alm meistens die häufigste Art (Abb. 5).

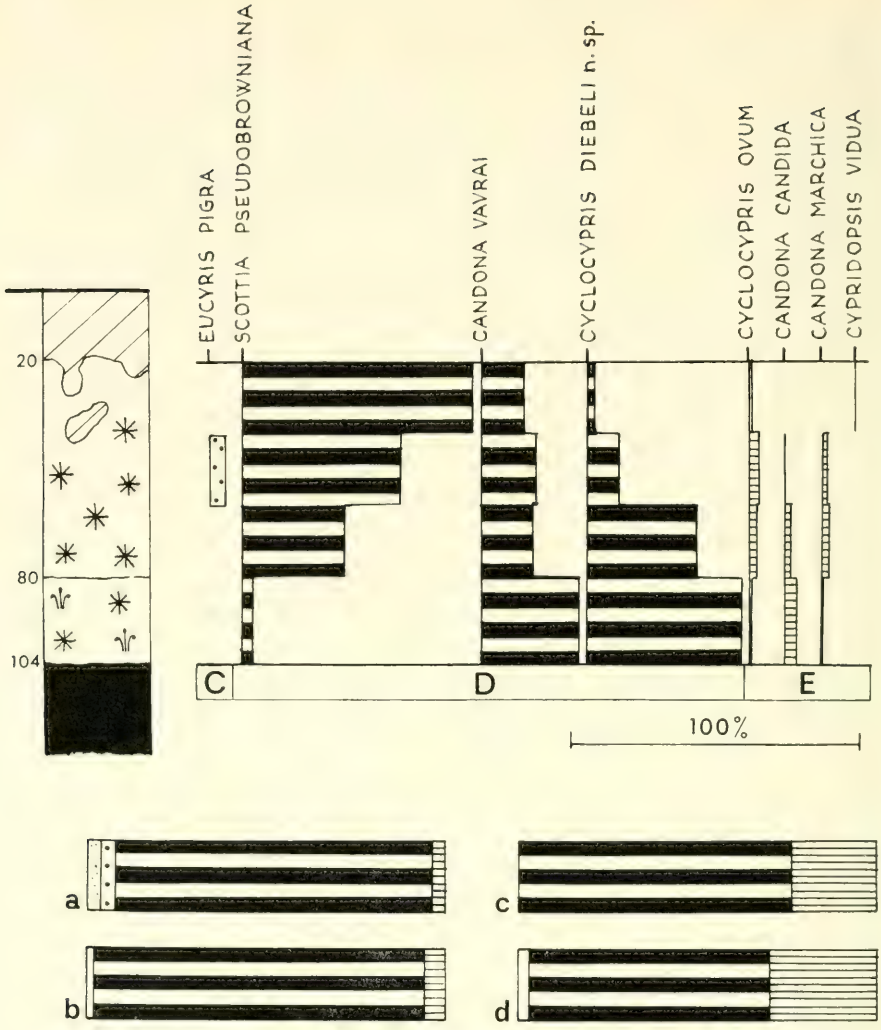


Abb. 5: Profil von Dachau (Bayern). Beispiel einer Ostracodenfauna eines Almlagers, dazu Ostracodenspektren des Alms von:
a: Bolehošť (Böhmen); b: Ismaning-Brennermühle (Bayern); c: Studeňany (Böhmen); d: Lochhausen (Bayern).

Candona vavrai KAUFMANN 1900
(Abb. 16)

Slowakei:
AH — Sulov, Quellkalke, 5 %
Böhmen:
B — Malý Újezd, Seekreide, 20 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,2 %

AH — Opočno, Sumpfkreide, 12 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 5 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 6 %
AH — Studeňany, Alm, 40 %
AH — Bolehošť, Alm- und Dauchserie, 90 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 31 %
H — Bilichov, Quellkalke, 33 %
Bayern:
PB — Bad Tölz-Rehgraben, Bachkalke, 23 %
A — Wittislingen, Bachkalke, 16 %
A — Polling, Bachkalke, 2 %
A — Lochhausen, Alm, 31 %
MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 30 %
SB — Dachau, Alm, 34 %
SB — Klösterschweige, Alm, 35 %

Palökologie: *C. vavrai* ist ein Indikator für seichte, sumpfige Biotope, die mit Quellen, bzw. mit Sickerquellen verbunden sind. Eine charakteristische Art der Almlager, in denen sie hohe prozentuale Anteile erreicht.

Bemerkung: Bisher war nur ein einziges Fossilexemplar bekannt (Lüttig 1955). Systematische Untersuchungen zeigen, daß *C. vavrai* im Alt- und Mittelholozän sehr häufig vorkommt.

Cyclocypris diebeli n. sp.
(Abb. 17; Tafel 3, Fig. 1—4)

Holotyp: eine linke Klappe, Abbildung 17a, Sammlung der Quartärabteilung des Geologischen Instituts der ČSAV in Prag.

Locus typicus: Prallufer des Baches Pšovka nördlich Malý Újezd bei Mělník (Böhmen). Seekreideschicht, 245 cm unter der Geländeoberkante.

Stratum typicum: Altholozän (Boreal)

Derivatio nominis: Zu Ehren des deutschen Ostracodenforschers Dr. Kurt Diebel.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Cyclocypris*, die nach ihrer Form an die nordamerikanische Art *Cyclocypris ampla* Furtos 1933 erinnert. *C. diebeli* hat aber einen ganz geraden Bauchrand und eine auffallend breitere verkalkte Innenlamelle.

Beschreibung: In der Seitenansicht ist das Gehäuse rundlich, das Verhältnis Länge/Höhe beträgt 100/68 (bei *C. ampla* 100/71 — nach Delorme 1970). Die größte Höhe liegt dicht hinter der Mitte (bei 9/20 der Länge). Der Dorsalrand ist stark gewölbt; der Ventralrand ist gerade. Von oben gesehen ist das Gehäuse sehr breit, fast kugelförmig, mit der größten Breite in der Mitte. Das Verhältnis Länge/Breite ist 100/75 (bei *C. ampla* 100/75 — nach Delorme 1970). Vorne ist das Gehäuse sehr kurz und scharf kielartig zugespitzt. Die linke Klappe ist größer und umfaßt die rechte, was aber nur am hinteren Ende deutlich zu erkennen ist (Taf. 3, Fig. 3).

Diese neue Art kennzeichnet sich durch ein Verschlußsystem, das das vollkommene Zusperren der Klappen ermöglicht. Das hängt wahrscheinlich mit der Lebensweise dieser Art zusammen. Bei der linken, größeren Klappe ist in der dorsalen Randzone eine Schloßfurche und bei der rechten Klappe eine Schloßleiste entwikkelt. (Von den europäischen Arten hat nur *C. laevis* die Schloßfurche in der linken

Klappe, dagegen bei *C. ovum*, *C. serena* und *C. globosa* in der rechten Klappe). In der ventralen Randzone der rechten Klappe ist neben der starken Außenleiste der hohe Saum entwickelt, der in die deutliche Saumrinne der linken Klappe eingreift. Der Saum und die Saumrinne laufen vorne parallel mit dem Schalenrand, während sie den posteroventralen Teil der Klappen wie eine Sehne durchschneiden. Die Innenlamelle fällt tief zu der Mitte der Klappen ein und bildet mit der Außenlamelle ein schmales Vestibulum (Abb. 17c, Schnitt durch den Vorderrand). In der senkrechten Projektion nimmt die Innenlamelle vorne 20 % der gesamten Länge des Gehäuses ein.

Holotyp: Länge 0,53 mm; Höhe 0,39 mm; Breite 0,40 mm.

Vorkommen:

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Sumpfkreide, 46 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 2 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 57 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 6 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 17 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 3 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 6 %
AH — Bolehošť, Alm- und Dauchserie, 13 %
AH — České Meziříčí, Sumpfkreide, 0,25 %
AH — Kojovice, Sumpfkreide, 16 %
Bayern:
A — Wittislingen, Bachkalke, 51 %
A — Lochhausen, Alm, 32 %
SB — Dachau, Alm, 54 %
SB — Klösterschweige, Alm, 15 %
MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 30 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 54 %

Palökologie: Nach sämtlichen Funden ist *C. diebeli* n. sp. eine kennzeichnende Art der postglazialen Sumpfkreiden, die in stark kalkhaltigen, mit Characeen bewachsenen Seichtgewässern entstanden. Zusammen mit *S. pseudobrowniana* und *C. vavrai* bildet sie eine charakteristische Gesellschaft des Alms (Abb. 5). Den erhöhten Salzgehalt verträgt *C. diebeli* wahrscheinlich schlecht. Im Profil von Horka-Bolek (Slowakei) kommt sie nur in den Schichten vor, in denen die Art *H. salina* verschwindet.

Anmerkung: Dr. K. Diebel fand diese Art in einer Seekreideschicht mittelpleistozänen Alters (Lok. Orlishausen/Thüringen — nicht publiziert).

Candona albicans Brady 1864
(Abb. 19)

AH — Horka-Bolek, Seekreide, 16 %
AH — Sulov, Quellkalke, 3 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 1 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 9 %
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 15 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 1 %

B — Malý Újezd, Sumpfkreide, 1 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 0,2 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 4 %
AH — Bolehošť, Alm- und Dauchserie, 22 %
AH — Studeňany, Alm, 4 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,8 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 35 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 29 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 10 %
H — Bilichov, Quellkalk, 4 %
H — Milešov, Quellkalk, 3 %
Bayern:
PB — Bad Tölz- Rehgraben, Bachkalke, 0,8 %
A — Polling, Bachkalke, 1 %

Palökologie: Nach dem reichen fossilen Material, das zur Verfügung steht, bewohnt *C. albicans* pflanzenreiche, seichte Wasseransammlungen mit stehendem oder fließendem Wasser. In der rezenten Fauna ist sie auch oft in periodischen Gewässern gefunden worden (Spandl 1926, hier auch weitere Literaturhinweise; Müller 1900; Klie 1938).

Candona fabella Nüchterlein 1969
(Abb. 18)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 0,2 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 0,1 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 0,5 %
AH — Studeňany, Alm, 40 %
AH — Bolehošť, Alm- und Quellkalkserie, 6 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 3 %

Palökologie: *C. fabella* ist eine Art, die zu den Ostracoden der Sumpfkalkablagerungen gehören muß, wie vor allem ihr reiches Vorkommen im Alm von Studeňany zeigt. Sie scheint in der Zeitspanne Spätglazial-Mittelholozän ziemlich verbreitet zu sein, während sie rezent sehr selten auftritt. Bisher wurden nur zwei Fundstellen in Franken nachgewiesen (Nüchterlein 1969).

Bemerkung: Die Artbestimmung wurde von Herrn Dr. Nüchterlein kontrolliert. Die fossile Form ist nur kleiner; das Männchen hat folgende Größe: Länge 0,67, Höhe 0,36 und Breite 0,15 mm. Das Weibchen ist noch kleiner: Länge 0,60, Höhe 0,31 und Breite 0,15 mm.

Nannocandona faba Ekman 1914
(Abb. 20)

Böhmen:
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 5 %
AH — Studeňany, Alm, 3 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 1 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 0,8 %
Bayern:
AH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 1 %
AH — Wittislingen, Almlinse im Basistorf, 2 %

Palökologie: Eine seltene Art, die den Ostracoden der Sumpfkalke angehören dürfte.

Bemerkung: *N. faba* wurde im Jahre 1914 von Ekman als n. sp. beschrieben. Der Fund stammte aus einer Sumpfwiese in Schweden. Seit dieser Zeit ist *N. faba* weder rezent, noch fossil nachgewiesen worden.

Candonopsis kingsleii (Brady & Robertson 1870)
(Abb. 21)

Böhmen:
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 7 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 6 %
AH — Liblice, Sumpfkreide mit Torflinsen, 0,2 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 1 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 4 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 7 %

Palökologie: *C. kingsleii* ist eine typische Art der Moorgewässer (Hartwig 1901; Klie 1938). Fossil kommt sie besonders in kalkhaltigen Flachmoortorfen und in Sumpfkreiden mit hohem Anteil an Pflanzenresten vor.

Paracandona euplectella (Robertson 1880)

Böhmen:
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 4 %
AH — Liblice, Sumpfkreide mit Torflinsen, 0,1 %
MH — Kojovice, kalkhaltiger Flachmoortorf, 8 %

Palökologie: *P. euplectella* ist eine Art, die in Moorgewässern vorkommt (Klie 1938). Fossil habe ich sie nur in kalkhaltigen Flachmoortorfen nachgewiesen.

Candona rostrata Brady & Norman 1899
(Abb. 25)

Böhmen:
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 1 %
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 3 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,3 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 0,2 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 10 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 1 %
AH — Studeňany, Alm, 3 %

Palökologie: Nach Klie (1938) bevorzugt *C. rostata* beständige und periodische Kleingewässer, kommt gelegentlich jedoch auch in Seen und hier sogar in größeren Tiefen vor. Nach dem fossilen Auftreten scheint sie auf Sumpfgewässer beschränkt zu sein.

Bemerkung: Nach zoologischen Angaben soll *C. rostata* eine nicht häufige Art sein, die man nur schwer von der Art *Candona marchica* unterscheiden kann (Sars 1928; Klie 1938). Hauptunterschiede zwischen *C. rostata* und *C. marchica* sind durch die Größe, den Bau des posteroventralen Teils der rechten Klappe und die Dorsalansicht gegeben (Abb. 25 und 26).

Physocypria kraepelini G. W. Müller 1903
(Abb. 22)

Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfkreide mit Torflinsen, 0,2 %

Palökologie: Es liegen nur sehr wenige ökologische Angaben über die rezente Form vor. Für ihre Zuordnung zu den Sumpfostracoden ist nur ein einziger fossiler Fund unzureichend.

Bemerkung: Die 8 Klappen von Liblice stellen den ersten fossilen Fund dieser Art dar. Was die Artbestimmung betrifft, so halte ich *Physocypria kliei* und *Physocypria kraepelini* für die gleiche Art.

Dolerocypris fasciata (O. F. Müller 1776)

Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 0,2 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,1 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 1,5 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 0,2 %

Palökologie: Die rezenten eigenen und im zoologischen Schrifttum angegebenen Funde stammen aus seichten, pflanzenreichen See- und Teichufergewässern, was mit den fossilen Funden übereinstimmt.

Cypridopsis elongata (Kaufmann 1900)
(Abb. 23)

Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfkreide mit Torflinsen, 0,2 %

Bemerkung: *C. elongata* ist in der heutigen Fauna eine sehr seltene Art, deren Umweltansprüche unbekannt sind. In der Sumpfkreide von Liblice wurde sie jetzt fossil gefunden. Es handelt sich aber um ein einziges Exemplar, das weitere palökologische Vermutungen kaum zuläßt.

E Ostracoden der Seekalkablagerungen

Karbonatablagerungen, die sich am Boden dauernder, stehender Gewässer mit offenem Wasserspiegel bilden, bezeichnet man als Seekreide und Seemergel (Wiesenkalk, Süßwassermergel und andere sinngleiche Namen). Dies sind allgemein bekannte Sedimente und daher wird auf ihre nähere Beschreibung nicht eingegangen. Wenig bekannt ist jedoch, daß diese Ablagerungen regelmäßig riesige Mengen von Ostracoden-Klappen enthalten. Hier werden 26 Arten angeführt; am Anfang solche, die auch an anderen Biotopen auftreten, jedoch die Seen bevorzugen — *Cyclocypris ovum, Cyclocypris laevis, Candona marchica, Candona candida, Cypridopsis vidua* und *Heterocypris salina.* Weiter folgen diejenigen Arten, die nur (mit kleinen Ausnahmen) in Seeablagerungen auftreten — *Candona protzi, Candona hyalina, Candona compressa, Candona fabaeformis, Candona levanderi, Candona neglecta, Cypria opthalmica, Cypria exsculpta, Notodromas monacha, Herpetocypris reptans, Darwinula stevensoni, Limnocythere inopinata, Limnocythere sanctipatricii, Potamocypris villosa, Metacypris cordata, Cytherissa lacustris* und *Candona lozeki* n. sp.

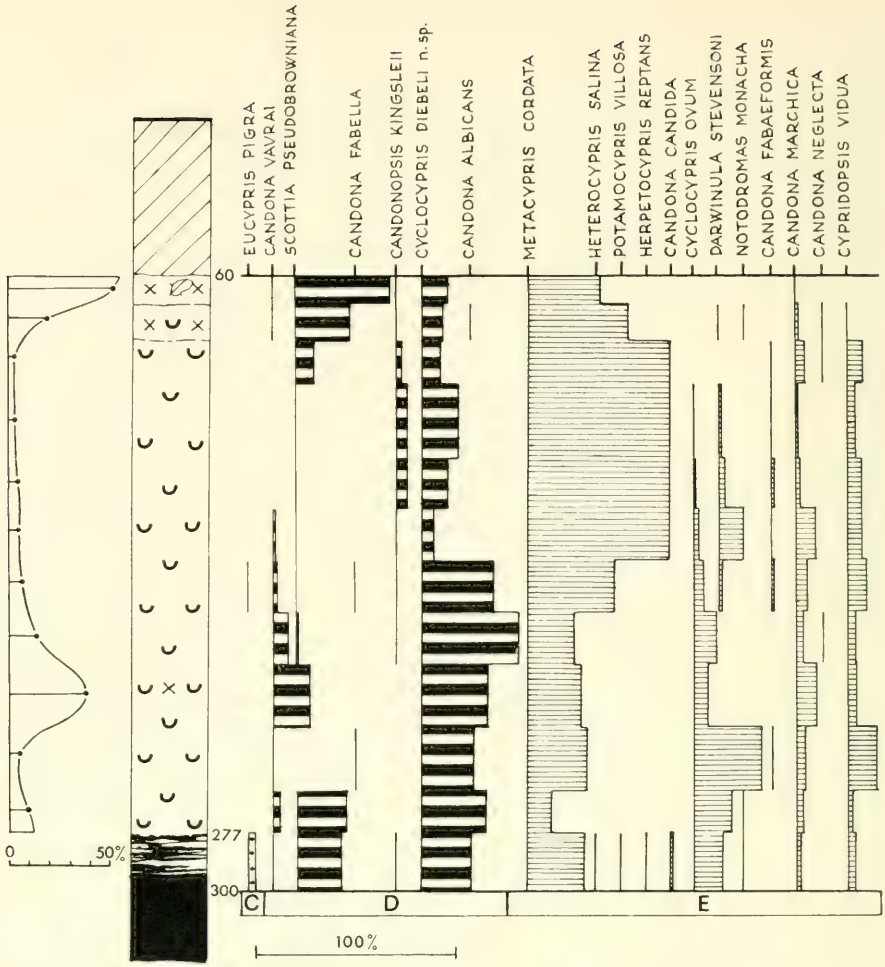


Abb. 6: Profil von Malý Újezd (Böhmen). Beispiel einer Seekreide mit häufigem Vorkommen von Sumpfostracoden. Einige Arten korrespondieren deutlich mit dem Anteil an groben Dauchinkrustationen (das Diagramm links, in Gewichtsprozent des Kornanteiles größer als 0,25 mm). Die Dauchbildung markiert seichte Perioden des damaligen Sees.

Cyclocypris ovum (Jurine 1820)
(Abb. 24; Taf. I, Fig. 5)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 37 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 50 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 15 % (*Cylocypris* cf. *ovum*)
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 32 % (*Cyclocypris* cf. *ovum*)

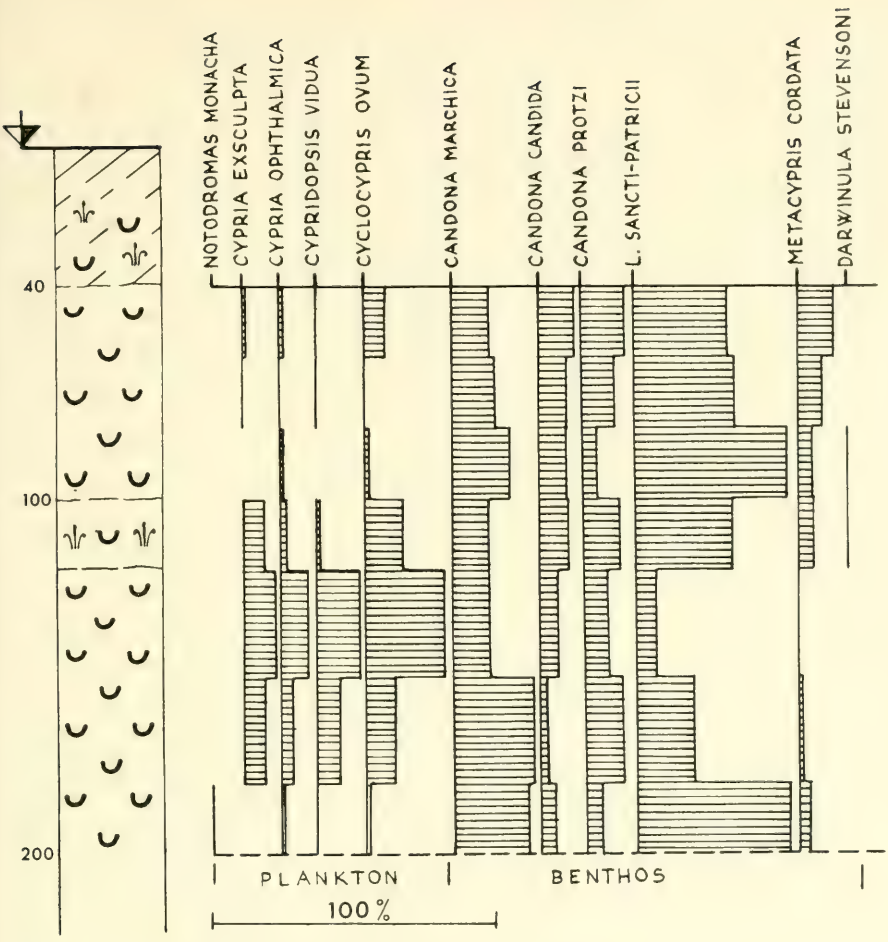


Abb. 7: Profil vom Weißensee in Bayern (hier nur die obersten 2 m). Beispiel einer Ostracodenfauna von Seekalkablagerungen.

SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 20 % (zusammen mit *Cyclocypris* cf. *ovum*)
PB — Hrabanov, Seekreide, 15 % (*Cyclocypris* cf. *ovum*)
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 20 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 4 %
AH — Studeňany, Alm, 16 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 6 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 25 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 47 %
A — Polling, Bachkalke, 58 %
A — Wittislingen, Bachkalke, 19 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 46 %

MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 2 %
SB — Dachau, Alm, 4 %
SB — Klösterschweige, Alm, 10 %
H — Weißensee, Seekreide, 28 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 7 %
Schweiz:
SW — Trüttlingen[6]), Seekreide, 12 %

Palökologie: Diese heute allgemein verbreitete Art kommt auch in den Quartärablagerungen sehr häufig vor. Alle Angaben über ihre Lebensweise und auch die fossilen Funde erlauben, diese Art als euryök zu bezeichnen. Sie weist nur eine gewisse Vorliebe für die dauernden, pflanzenreichen seeartigen Gewässer auf.

Bemerkung: Das reiche fossile Material, das mir zur Verfügung steht, ließ erkennen, daß die Gattung *Cyclocypris* eine neue gründliche Bearbeitung benötigt. Ich war gezwungen, unter dem Namen *C. ovum* mehrere sehr ähnliche Formen anzuführen.

Cyclocypris laevis (O. F. Müller 1785)
(Taf. I., Fig. 6)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Sumpfkreide (Verlandungsphase), 24 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 7 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 3 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 31 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 16 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 25 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 60 %

Palökologie: *C. ovum* und *C. laevis* sind auch ökologisch sehr nahe verwandte Arten. Es scheint aber, daß *C. laevis* öfter als *C. ovum* in Sumpfablagerungen auftritt.

Candona marchica Hartwig 1899
(Abb. 26)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 69 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 5 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 2 %
SW — Dobroměřice, Seemergel, 6 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 15 %
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 43 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 8 %
B — Přeplatilov, Seekreide, 94 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 11 %
AH — Studeňany, Alm, 2 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 14 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 16 %

[6]) Für das Material von der Fundstelle Trüttlingen möchte ich Herrn Dr. Hofmann (Neuhausen/Rhein) herzlich danken.

Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 87 %
A — Wittislingen, Bachkalke, 25 %
A — Polling, Bachkalke, 3 %
MH — Lochhausen, Alm, 29 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 74 %
MH — Ismaning-Brennermühle, Alm, 25 %
SB — Dachau, Alm, 3 %
SB — Klösterschweige, Alm, 12 %
H — Weißensee, Seekreide, 20 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 9 %

Palökologie: Ähnlich wie *C. ovum* kann man auch *C. marchica* als indifferent bezeichnen, da sie mit Ausnahme der Quellkalke in allen Karbonattypen gefunden wurde. Sie scheint jedoch die dauernden offenen Wasserbecken zu bevorzugen. Ihr Vorkommen in einem Bach- oder Sumpfkalk belegt z. B., daß diese Stelle schon mit Wasser, obwohl nur von geringer Tiefe, bedeckt war.

Bemerkung: Was die Bestimmung anbelangt, siehe die Bemerkung bei der Art *C. rostrata*, sowie die Abb. 25 und 26.

Candona candida (O. F. Müller 1785)
(Abb. 32)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 27 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 1 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 1 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 30 %
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 56 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 19 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 62 %
PB — Malý Újezd, kalkhalt. Basistorf, 2 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 73 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 9 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 1 %
AH — Studeňany, Alm, 48 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 9 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 11 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 10 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 11 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, kalkhalt. Schluff und Seemergel, 12 %
AH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 44 %
SB — Dachau, Alm, 4 %
SB — Klösterschweige, Sumpfkreide, 70 %
H — Weißensee, Seekreide, 12 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 19 %
Schweiz:
SW — Trüttlingen, Seekreide, 88 %

Palökologie: Die Art *C. candida* stellt wenig Ansprüche an den Biotop. Sie wurde in Bachkalken, Sumpfkalken und Seekalken beobachtet. Was aber diese

Art bevorzugt, sind Gewässer mit niedrigen Wassertemperaturen. Bei meinen Untersuchungen rezenter Faunen habe ich festgestellt, daß *C. candida* an den Standorten lebt, die unter dem Einfluß von kaltem Grundwasser stehen.

Cypridopsis vidua (O. F. Müller 1776)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 12 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 23 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 15 %
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 69 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 12 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 25 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 13 %
AH — České Meziříčí, Sumpfkreide, 4 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 13 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 3 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 25 %
MH — Kojovice, Sumpfkreide, 12 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 2 %
A — Polling, Bachkalke, 6 %
MH — Lochhausen, Alm, 1 %
MH — Ismaning, Brennermühle, Alm, 12 %
SB — Dachau, Alm, 1 %
SB — Klösterschweige, Sumpfkreide, 13 %
H — Weißensee, Seekreide, 15 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 1 %

Palökologie: *C. vidua* wurde den Seekalkablagerungen zugeordnet, obwohl die fossilen Funde öfter aus sumpfigen Biotopen stammen. Das Vorhandensein von *C. vidua* weist jedoch darauf hin, daß die Wasseransammlung einen offenen Wasserspiegel gehabt haben muß. Der fossile Fund aus dem Alm von Ismaning stammt z. B. aus der Basisschicht des Profils, die sich noch im stehenden pflanzenreichen Wasser eines Moors gebildet hat. Erst später wurde echter Alm abgelagert, in dem *C. vidua* ausklingt.

Heterocypris salina (Brady 1868)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 63 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 2 %
PB — Malý Újezd, kalkhalt. Basistorf, 0,3 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 10 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 11 %
H — Šebín, Quellkalke, 11 %

Palökologie: Die zoologische Literatur erbringt schon hinreichende Beweise, daß *H. salina* ein Indikator für Salzgewässer, bzw. für Wasser mit hohem Anteil an Mineralien ist. Man findet die Art im Brackwasser und in salzigen Binnengewässern. Außer in salzigen Seen kommt diese Art auch in verschiedenen Wasser-

ansammlungen an thermalen oder kalten Mineralquellen vor. Man kann annehmen, daß auch die fossile Form *H. salina* diese ökologische Verbreitung hatte. Ein Beweis dafür ist das häufige Vorkommen in der Seekreide von Horka-Bolek. Die Fundstelle ist von riesigen Mineralquellen umgeben, die höchstwahrscheinlich den ehemaligen See gespeist haben.

Potamocypris unicaudata SCHÄFER 1943

Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfkreide, 25 %

Palökologie: *P. unicaudata* ist ein Indikator der Seegewässer mit erhöhtem Salzgehalt. Aus dem Schattendiagramm des Profils Liblice (Abb. 38) ist ersichtlich, daß *P. unicaudata* und *H. salina* das gleiche Verhalten haben. SCHÄFER (1943) hat *P. unicaudata* aus dem Barsbecker See gemeldet, der dem Salzgehalt nach zu dem oligohalinen Typ gehört.

Bemerkung: Die fossile Form von *P. unicaudata* wurde im kanadischen Holozän gleichfalls mit *H. salina* zusammen gefunden (DELORME 1971).

Candona lozeki n. sp.
(Abb. 34 und 35)

Holotyp: eine linke Klappe des Weibchens, Abbildung 35a, c.

Locus typicus: Seeshaupt (Bayern); Bohrprofil beim Gartensee; 590 cm unter der Geländeoberkante.

Stratum typicum: Altholozän (Präboreal).

Derivatio nominis: Zu Ehren des bedeutenden tschechischen Quartärforschers Dr. VOJEN LOŽEK.

Diagnose: Eine der größten Candonen mit langgestreckten Klappen. Beim Weibchen befinden sich auf dem Rückenrand vorne und hinten zwei stark entwickelte Lappen.

Beschreibung: *C. lozeki* n. sp. ist wahrscheinlich eine ausgestorbene Art, die in der Form große Ähnlichkeit mit der pleistozänen Art *C. tricicatricosa* DIEBEL & PIETRZENIUK aufweist. *C. lozeki* hat allerdings nur zwei Mandibelnarben und ist etwas größer.

Das Weibchen: Von der größten Höhe des Gehäuses, die auf $^2/_3$ der Länge liegt, senkt sich der Rückenrand nach vorne allmählich zum vorderen Lappen, wo die regelmäßige Kurve des Vorderrandes anfängt. Nach hinten fällt der Rückenrand steil, zum posterodorsalen Lappen gerade bis leicht konkav, dann in regelmäßiger Krümmung. Den Übergang zwischen dem Hinter- und Bauchrand bildet eine Ecke, die etwas an *C. caudata* erinnert. Der Bauchrand ist flach eingebuchtet. Die Verwachsungszone ist relativ breit, am hinteren Ende fast so breit wie der freie Teil der Innenlamelle. Die einfach gebaute Innenlamelle endet am Rückenrand im Bereich der Lappen.

Das Männchen: Das Gehäuse des Männchens hat folgende abweichende Merkmale: Der Übergang zwischen dem Hinter- und Bauchrand bildet keine deutliche Ecke und die ventrale Einbuchtung ist wesentlich tiefer. Die dorsalen Lappen sind nur wenig entwickelt. Die hintere Verwachsungszone ist um etwas breiter als der freie Teil der Innenlamelle.

	Länge	Höhe	Breite	Länge/Höhe	Länge/Breite
Weibchen	1,33 mm	0,65 mm	0,52 mm	100/49	100 39
Männchen	1,39 mm	0,70 mm	0,56 mm	100/50	100/40

	Ventrale Einbuchtung in % der Höhe	Innenlamelle in % d. Länge vorne	hinten
Weibchen	6 %	9 %	9 %
Männchen	11 %	10 %	5,5 %

Vorkommen:
Bayern:
PB — Seeshaupt, kalkhalt. Seeton, 20 %

Palökologie: Der einzige Fund (765 Klappen beiden Geschlechts) stammt aus Ablagerungen des Würm-See, die sich bald nach dem Gletscherrückzug gebildet haben. Man kann annehmen, daß das Seewasser niedrige Temperaturen gehabt hat. Im Bereich der Probenentnahme war der See nicht mehr als 10 m tief gewesen.

Anmerkung: *C. lozeki* n. sp. fand ich noch in einem mittelpleistozänen Mergel in Südmähren — Lokalität Bulhary (nicht publiziert).

Candona protzi Hartwig 1898
(Abb. 33)

Böhmen:
PB — Hrabanov, Seekreide, 25 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 12 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Seekreide, 23 %
H — Weißensee, Seekreide, 15 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 16 %

Palökologie: *C. protzi* ist regelmäßig nur in der Ostracodenfauna von Seeablagerungen enthalten.

Candona compressa (Koch 1837)
(Abb. 30)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 39 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 0,5 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 25 %
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 21 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 3 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 7 %
PB — Byšice, kalkhalt. Basistorf, 5 %
MH — Kojovice, kalkhalt. Flachmoortorf, 2 %

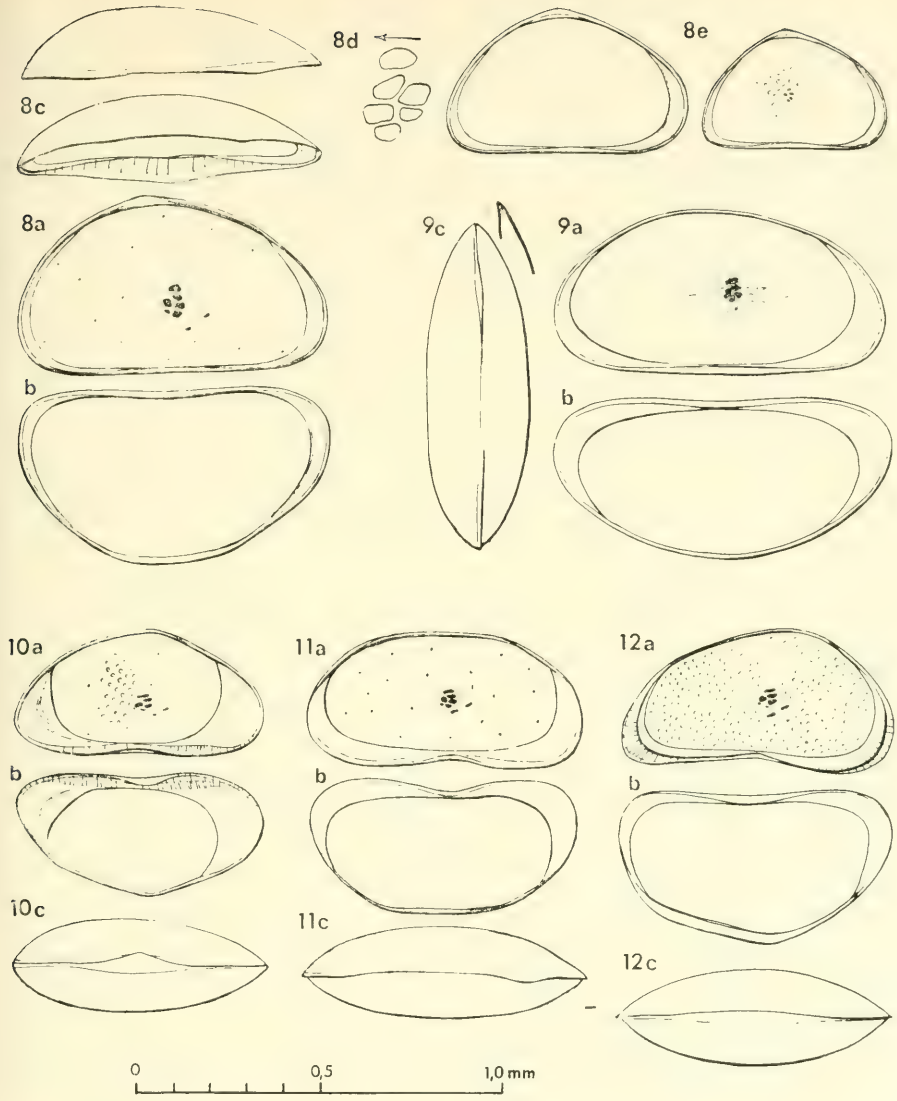


Abb. 8: *Candona eremita* (Vejdovský), Hurychův dolec. a: linke Klappe von innen; b: rechte Klappe von innen; c: linke Klappe von oben; d: Muskelabdrücke im verdoppelten Maßstab; e: Larvenstadien.

Abb. 9: *Candona kieferi* Klie, Horka-Bolek; linke und rechte Klappe von innen, das Gehäuse von oben mit dem Schnitt durch den Vorderrand.

Abb. 10: *Cypridopsis subterranea* Wolf, Bolehošť. a: linke Klappe von innen; b: rechte Klappe von innen; c: das Gehäuse ausnahmsweise von unten.

Abb. 11: *Candona brevicornis* Klie, Hurychův dolec.

Abb. 12: *Potamocypris zschokkei* (Kaufmann), Bilichov.

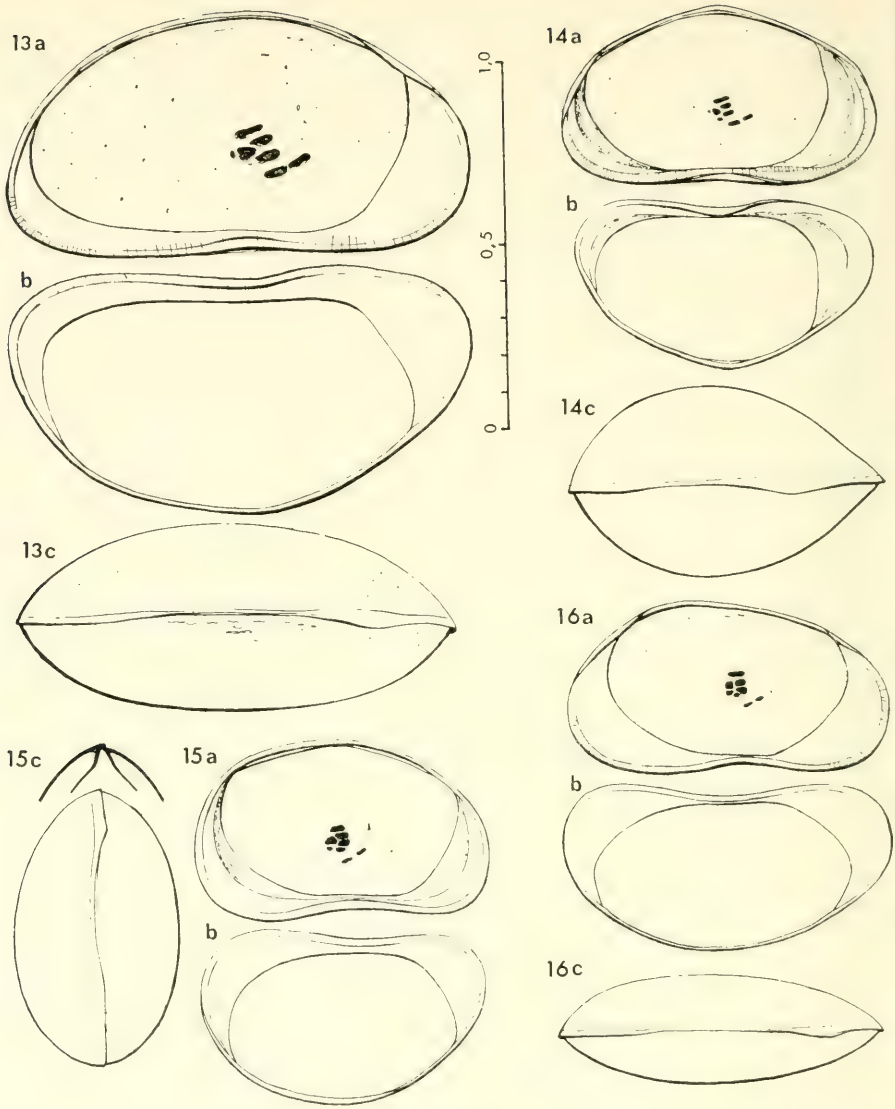


Abb. 13: *Ilyodromus olivaceus* (Brady & Norman), Šebín.
Abb. 14: *Eucypris pigra* (Fischer), Wittislingen.
Abb. 15: *Scottia pseudobrowniana* Kempf, Liblice.
Abb. 16: *Candona vavrai* Kaufmann, Bolehošt.

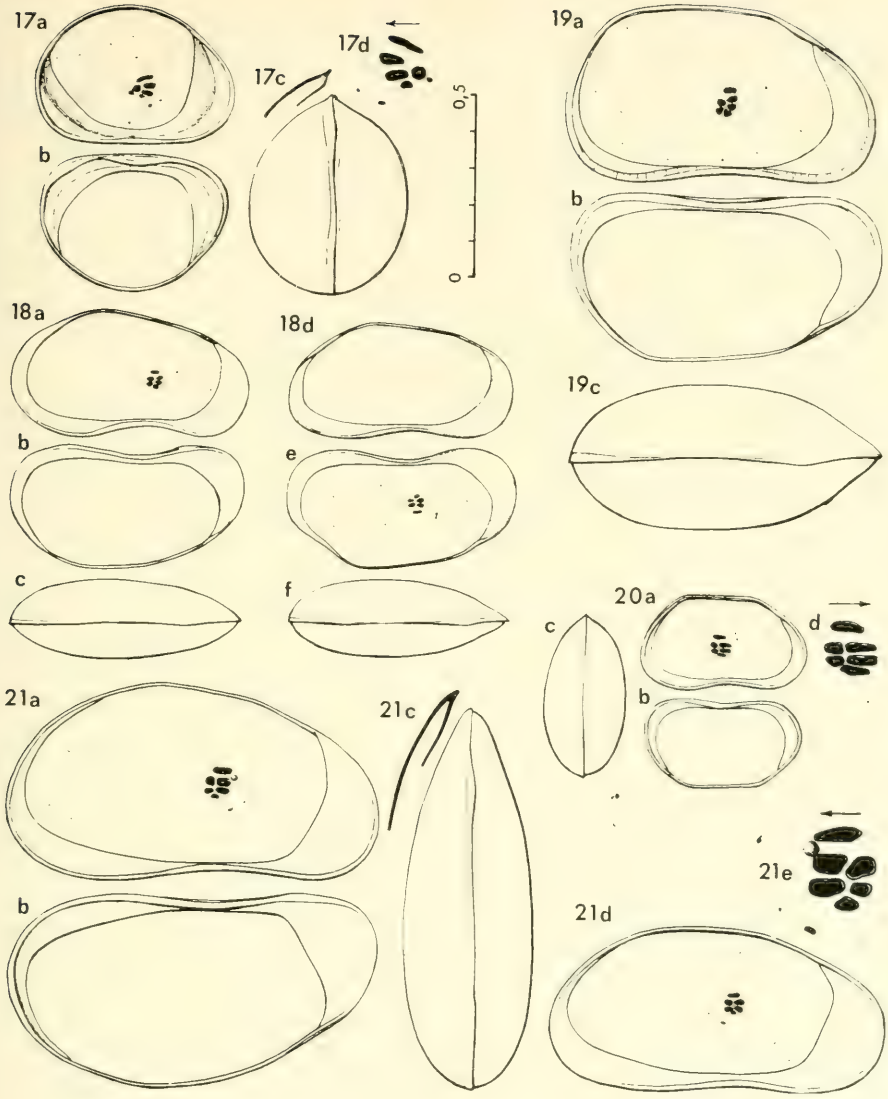


Abb. 17: *Cyclocypris diebeli* n. sp., Malý Újezd. a: Holotyp — linke Klappe von innen.

Abb. 18: *Candona fabella* Nüchterlein, Kojovice, a—c: ♂, d—f: ♀.

Abb. 19: *Candona albicans* Brady, Hurychův dolec.

Abb. 20: *Nanocandona faba* Ekman, Čečelice.

Abb. 21: *Candonopsis kingsleii* (Brady & Robertson), Kojovice a—c: ♂, d: ♀ (linke Klappe von innen); e: Muskelabdrücke des ♂ in verdoppeltem Maßstab.

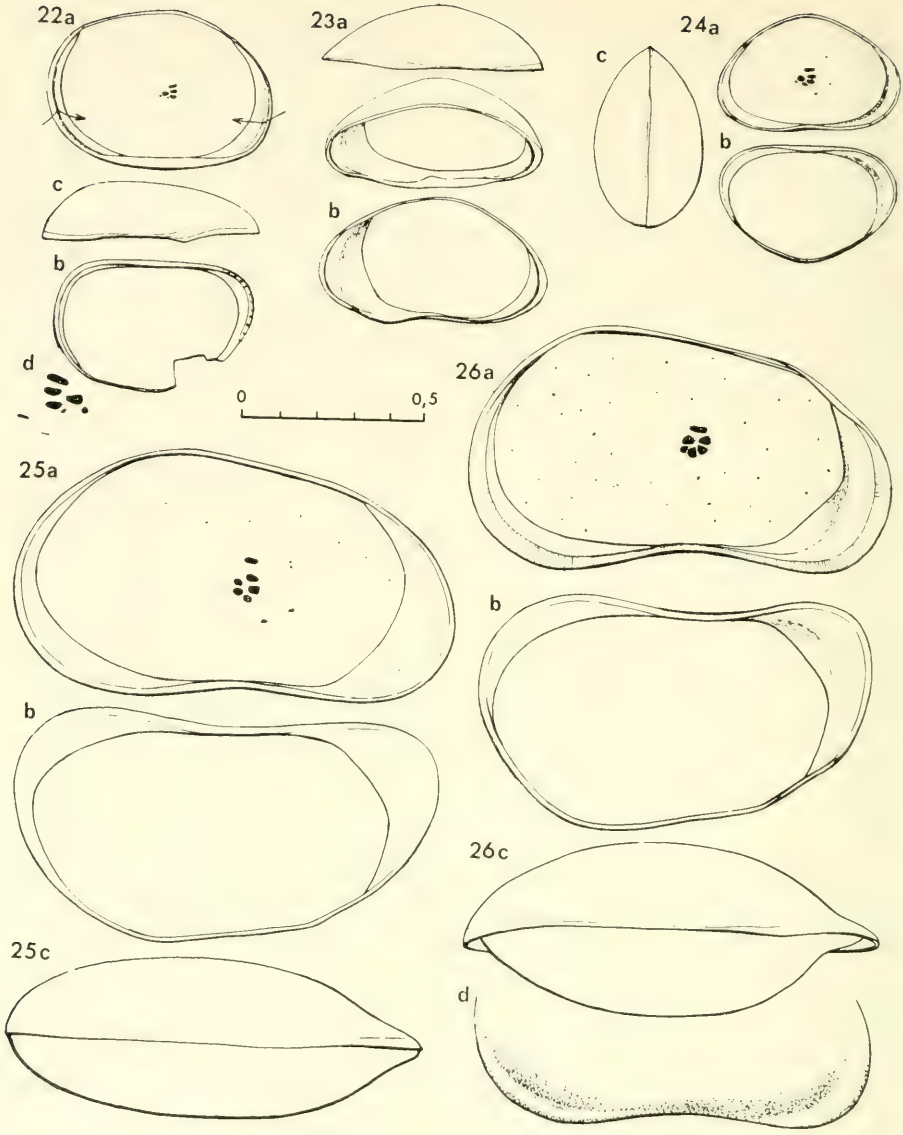


Abb. 22: *Physocypria kraepelini* G. W. Müller, Liblice.
Abb. 23: *Cypridopsis elongata* Kaufmann, Liblice.
Abb. 24: *Cyclocypris ovum* (Jurine), Seeshaupt.
Abb. 25: *Candona rostrata* Brady & Norman, Studeňany.
Abb. 26: *Candona marchica* Hartwig ♂, Seeshaupt.
a: Ventralrand der rechten Klappe (ausnahmsweise von außen).

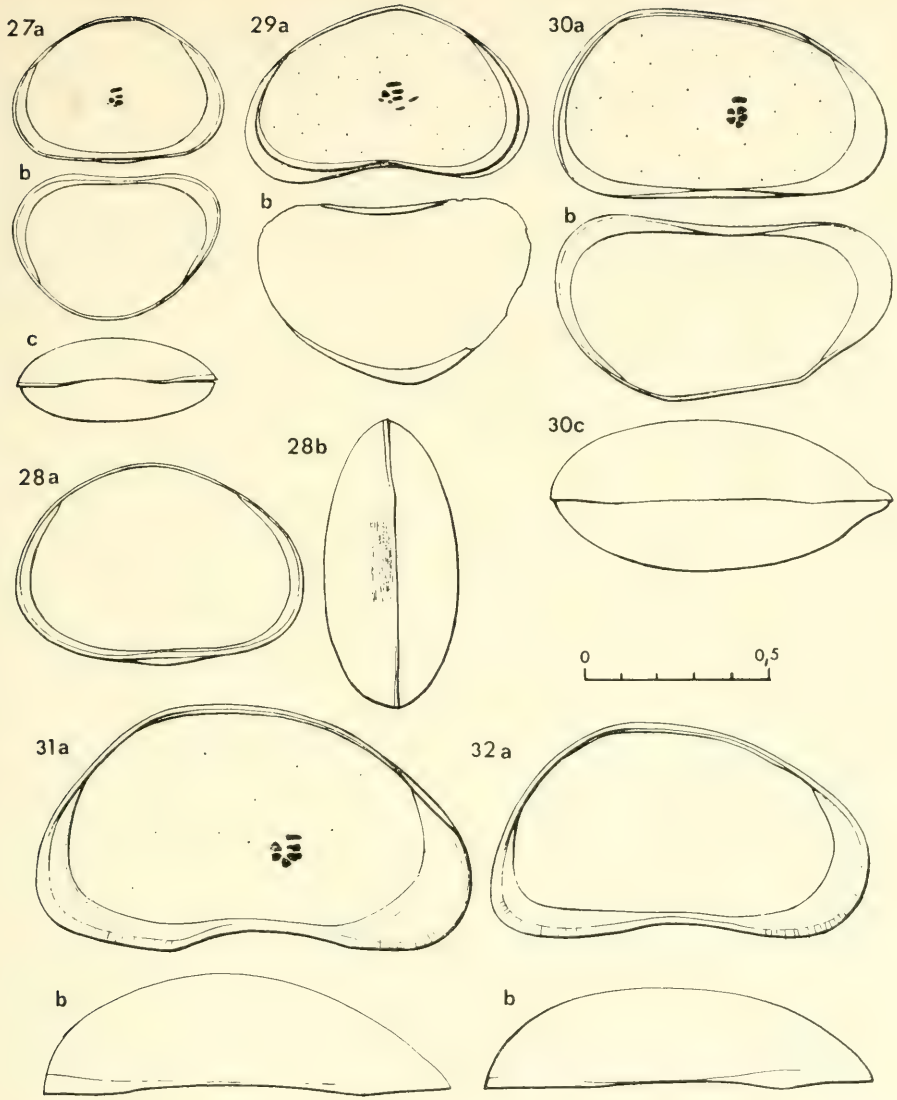


Abb. 27: *Cypria ophthalmica* (Jurine), Seeshaupt.
Abb. 28: *Cypria exsculpta* (Fischer), Seeshaupt.
Abb. 29: *Potamocypris villosa* (Jurine), Stará Lysá.
Abb. 30: *Candona compressa* (Koch), Stará Lysá.
Abb. 31: *Candona levanderi* Hirschmann ♀, Stará Lysá.
Abb. 32: *Candona candida* (O. F. Müller) ♀, Stará Lysá.

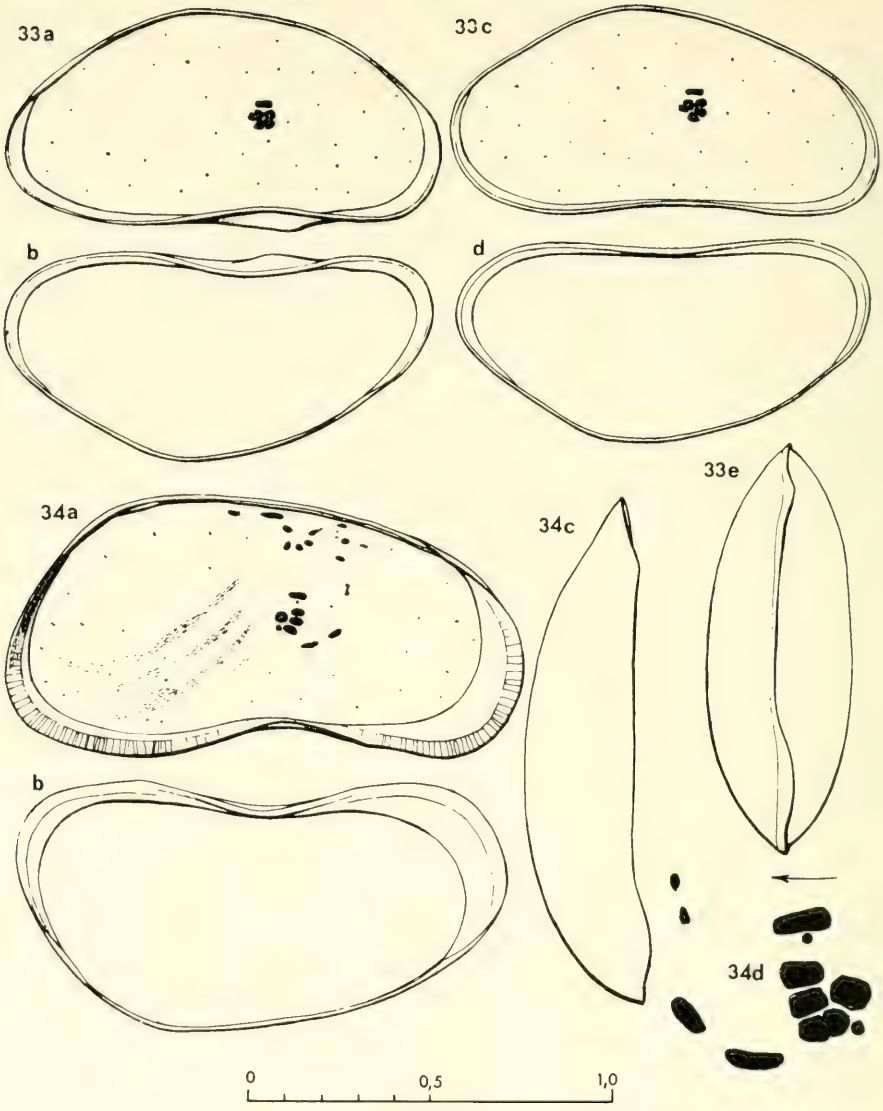


Abb. 33: *Candona protzi* HARTWIG, Seeshaupt, a—b: ♂, c—d: ♀.
Abb. 34: *Candona lozeki* n. sp. ♂, Seeshaupt.

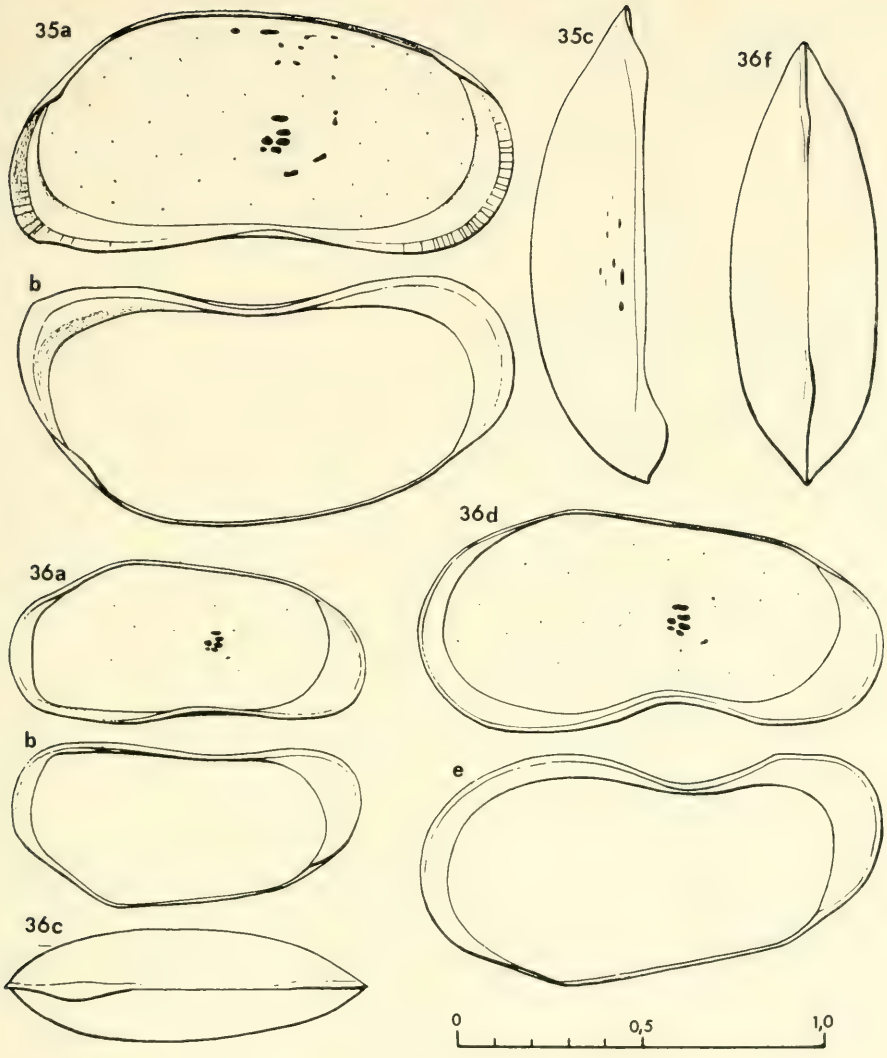


Abb. 35: *Candona lozeki* n. sp. ♀, Seeshaupt. a: Holotyp — linke Klappe von innen.
Abb. 36: *Candona fabaeformis* Fischer, Libiš in Böhmen (rezent) a—c: ♀, d—f: ♂.

P a l ö k o l o g i e : Die fossilen Funde von *C. compressa* stimmen mit der rezenten Ökologie überein. *C. compressa* dürfte als Indikator der seeartigen, aber nicht tiefen Gewässer gelten.

Candona fabaeformis Fischer 1854
(Abb. 36)

Böhmen:
PB — Hrabanov, Seekreide, 3 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 1 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,3 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 0,7 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 0,2 %
AH — Studeňany, Alm, 3 %
MH — Kojovice, Sumpfkreide, 3 %

P a l ö k o l o g i e : *C. fabaeformis* ist ein Indikator nicht tiefer Seegewässer. Klie (1938) gab an, daß sie auch im Sommer austrocknende Gewässer bewohnt.
— Paläontologen, Spalte 20

Cypria ophthalmica (Jurine 1820)
(Abb. 27)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 8 %
AH — Sulov, Quellkalke, 1 %
Böhmen:
AH — Studeňany, Alm, 0,8 %
AH — Bilichov, Bachkalke, 0,7 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 37 %
H — Weißensee, Seekreide, 9 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 0,6 %

P a l ö k o l o g i e : Diese Art muß zur Seefauna gehören, wie auch die Funde aus Bayern zeigen. In Quell- und Bachkalken und im Alm kommt sie als Begleitform vor.

Cypria exsculpta (Fischer 1855)
(Abb. 28)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 7 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 12 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 0,9 %
SB — Klösterschweige, Sumpfkreide, 1 %
H — Weißensee, Seekreide, 11 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 0,6 %

P a l ö k o l o g i e : *C. exsculpta* ist ein Vertreter der Seekalkfauna, obwohl sie rezent auch Quellbiotope bewohnt (Nüchterlein 1969).

B e m e r k u n g : Meines Wissens handelt es sich um die ersten fossilen Funde dieser Art.

Notodromas monacha (O. F. Müller 1776)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 7 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 2 %
Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 1 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 0,8 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,1 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 0,2 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Seekreide, 0,5 %

Palökologie: In der zoologischen Literatur liegen ausreichende Kenntnisse über die Lebensweise von *N. monacha* vor. Die Art kann nur diejenigen Gewässer bewohnen, die einen freien Wasserspiegel haben, weil sie zum Plankton der obersten Wasserschicht gehört.

Bemerkung: Diese heute sehr verbreitete Art kommt in postglazialen Ablagerungen selten vor. Zuweilen fand ich in Proben nur ein paar Larven, die nach dem typischen Bau der Ventralseite gut zu erkennen waren.

Herpetocypris reptans (Baird 1835)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 8 %
AH — Ivančiná, Seekreide, 0,5 %
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 5 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 22 %
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 17 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 24 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 1 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 3 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 2 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, kalkhalt. Seeton, 5 %

Palökologie: Die fossile Form von *H. reptans* wurde fast nur in Seeablagerungen nachgewiesen und deswegen dieser Gruppe zugeordnet, obwohl Zoologen sehr verschiedene Biotope, auch periodische Gewässer, angeben.

Potamocypris villosa (Jurine 1820)
(Abb. 29)

Slowakei:
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 1 %
Böhmen:
SW — Liblice, Seemergel, 5 %
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 7 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 5 %
AH — Č. Meziříčí, Sumpfkreide, 1 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seeton, 3 %

Palökologie: *P. villosa* scheint auf See- und Sumpfablagerungen beschränkt zu sein, obgleich die rezente Form auch Quellen, fließendes Wasser (Wolf

1919) und verschiedene Entwässerungsgräben bewohnt. Was die Art, ähnlich wie *C. candida*, wahrscheinlich bevorzugt, sind niedrige Temperaturen (s. das häufige fossile Vorkommen im Spätglazial).

Darwinula stevensoni (Brady & Robertson 1870)

Böhmen:
PB — Hrabanov, Seekreide, 12 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 3 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 5 %
MH — Kojovice, Sumpfkreide, 9 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 0,4 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 0,6 %
H — Weißensee, Seekreide, 0,6 %

Palökologie: *D. stevensoni* ist ein Indikator der seeartigen, aber nicht tiefen Gewässer. Was die Tiefe anbelangt, schrieb Klie (1938), daß diese Art „durchweg nur in geringen Tiefen" lebt. Andere Verfasser gaben als Tiefe an: 1,5 m (Hirschmann 1912), 3,6 m (Sars 1928), 3 m (Ponyi 1966), 5—10 m (Kaufmann 1900). Ich selbst fand *D. stevensoni* am Boden eines Teiches in 1,4 m Tiefe (Absolon & Kantorek 1970).

Limnocythere inopinata (Bird 1843)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 24 %
Böhmen:
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 0,3 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 2 %
PB — Hrabanov, Seekreide, 17 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 25 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 1 %

Palökologie: Die Fossile Form von *L. inopinata* wurde fast nur in Seeablagerungen nachgewiesen und daher dieser Gruppe zugeordnet, obwohl Zoologen verschiedene Biotope, besonders fließendes Wasser angeben (Klie 1938, Bronstein 1947).

Limnocythere sanctipatricii Brady & Robertson 1869

Slowakei:
AH — Ivančiná, Seekreide, 5 %
Böhmen:
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 0,9 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide und Seeton, 50 %
H — Weißensee, Seekreide, 54 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 43 %

Palökologie: Diese Art muß als Indikator für größere und tiefere Seen gelten, wie die Funde in bayerischen Seeablagerungen zeigen. Auch die rezente Form von *L. sanctipatricii* ist auf die Seen beschränkt.

Metacypris cordata Brady & Robertson 1870

Slowakei:
AH — Ivančiná, Seekreide, 45 %
Böhmen:
PB — Hrabanov, Seekreide, 60 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 69 %
AH — Opočno, Sumpfkreide, 30 %
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 6 %
AH — Byšice, Sumpfkreide, 30 %
AH — Liblice, Sumpfkreide, 27 %
AH — Bolehošť, Sumpfkreide, 56 %
AH/MH — Hurychův dolec, Bachkalke, 1 %
MH — Kojovice, Sumpfkreide, 22 %
Bayern:
PB — Seeshaupt, Seekreide, 37 %
MH — Bad Tölz-Rehgraben, Sumpfkreide, 10 %
SB — Klösterschweige, Alm, 49 %
H — Weißensee, Seekreide, 13 %
H — Hopfen am See, Kalkgyttja, 3 %

Palökologie: *M. cordata* ist eine kennzeichnende Art der holozänen Seeablagerungen, die auch in Sumpfablagerungen vorkommt.

Bemerkung: Es ist interessant, daß diese Art in der rezenten Fauna so selten ist. In Mitteleuropa wurde sie z. B. noch nicht in der Tschechoslowakei (Absolon & Kantorek 1970), in Österreich (Löffler 1963) und in Franken (Nüchterlein 1969) gefunden.

Candona neglecta Sars 1887

Böhmen:
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 1 %
SW — Liblice, Seemergel, 1 %
B — Malý Újezd, Seekreide, 0,8 %

Palökologie: Nach dem rezenten Vorkommen ist *C. neglecta* eine Art mit geringen Standortansprüchen. Fossil fand ich sie nur als seltene Begleitform in Ablagerungen dauernder seeartiger Gewässer.

Bemerkung: Es ist interessant, daß diese Art im Holozän sehr selten auftritt, obwohl sie im Pleistozän zu den häufigsten Arten gehört.

Candona weltneri obtusa G. W. Müller 1900

Slowakei:
AH — Ivančiná, Seekreide, 51 %

Palökologie: Die Einordnung dieser sehr seltenen Unterart in die Gruppe der Seekalkostracoden wurde auf Grund des massenhaften Vorkommens in der altholozänen Seekreide von Ivančiná vorgenommen. Über die Ökologie rezenter Form gibt es keine näheren Angaben.

Bemerkung: Diebel & Pietrzeniuk (1969) haben einen pleistozänen Befund gemeldet, der aus feinklastischen Einlagerungen in Kiesen stammt.

Cytherissa lacustris Sars 1863

Bayern:
H — Weißensee, kalkhalt. Seeton, nicht häufig

Palökologie: Eine charakteristische Art der Seegewässer, die schon mehrmals in pleistozänen und auch holozänen (DELORME 1971) Seeablagerungen festgestellt worden ist.

Candona hyalina BRADY & ROBERTSON 1870

Slowakei:
AH — Ivančiná, Seekreide, 15 %

Palökologie: Genügend ökologische Angaben bietet die zoologische Literatur. *C. hyalina* ist ein Indikator der Seegewässer.

Candona levanderi HIRSCHMANN 1912
(Abb. 31)

Böhmen:
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 2,6 %

Palökologie: Die Einordnung dieser Art zu den Seekalkostracoden wurde auf Grund der ökologischen Angaben über die rezente Form vorgenommen.

Cyclocypris serena (KOCH 1837)
(Taf. 3, Fig. 7)

Slowakei:
H — Hranovnica-Pleso, Bachkalke, 8 %

Palökologie: Die Einordnung dieser Art zu den Seekalkostracoden wurde auf Grund der ökologischen Angaben über die rezente Form vorgenommen.

F Ostracoden der periodischen Gewässer

In einigen Binnenwasserkalkprofilen wurden sehr selten auch Arten gefunden, die nach ihrem rezenten Vorkommen der Fauna periodischer Gewässer angehören. Es handelt sich um ein paar Exemplare folgender Arten: *Heterocypris incongruens, Cypris pubera, Limnocythere relicta, Cypricercus hirsutus* und *Cyprois marginata.*

Heterocypris incongruens (RAMDOHR 1808)

Böhmen:
SW — Stará Lysá, mergelige Seekreide, 1 %
SW — Dobroměřice, Sumpfmergel, 0,3 %

Cypris pubera O. F. MÜLLER 1776

Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfmergel, 1 %

Limnocythere relicta (Lilljeborg 1863)

Slowakei:
AH — Horka-Bolek, Seekreide, 0,2 %

Palökologie: Spandl (1926, hier auch weitere Literaturangaben) hält *L. relicta* für eine Art, die austrocknende Gewässer bewohnt. Sie wurde aber auch in schweizerischen Seen nachgewiesen (Kaufmann 1892, Graf 1938). In der Tschechoslowakei wurde sie einmal in einem Tümpel gefunden, der nur im Frühling Wasser führt (Absolon & Kantorek 1970).

Bemerkung: Fossil habe ich die Art noch im Pleistozän von Brozany (Böhmen) innerhalb einer Fauna periodischer Gewässer nachgewiesen. Dieser pleistozäne und der oben erwähnte holozäne Fund stellen meines Wissens die ersten fossilen Funde dar.

Cyprois marginata (Strauss 1821)

Böhmen:
AH — Liblice, Sumpfkreide, 0,2 %

Cypricercus cf. hirsutus (Fischer 1851)

Böhmen:
AH — Čečelice, Sumpfkreide, 0,7 %

Bemerkung: Nach zwei gefundenen Exemplaren ist es sehr schwer, diese Art richtig zu bestimmen. Es könnte auch *C. affinis* in Frage kommen.

Palökologische Bedeutung der fossilen Süßwasserostracoden

Die Fossilfunde, die hier angeführt werden, zeigen deutlich, daß in spät- und postglazialen Karbonatablagerungen die Süßwasserostracoden ganz gemein und häufig auftreten. Die Häufigkeit sowohl der Exemplare als auch der Arten bietet eine Möglichkeit, die Ostracoden zur Rekonstruktion der ehemaligen Standorte zu benützen. Es ist nämlich schwer, nur mit Hilfe der Lithologie die verschiedenen genetischen Typen von Karbonatablagerungen, die noch dazu durch mannigfaltige Übergänge verbunden sind, voneinander zu trennen. Man richtet deshalb die Aufmerksamkeit auf den Fossilgehalt, d. h. auf die Pflanzenreste und vor allem auf die Mollusken. Es wurde festgestellt, daß auch die Ostracoden standortgebunden sind und demgemäß natürliche Gruppen, bzw. Gemeinschaften bilden, die für bestimmte genetische Sedimenttypen charakteristisch sind.

Zum Schluß lege ich hier eine Übersichtstabelle der palökologischen Gruppen vor. Trotz des umfangreichen Materials, das zur Verfügung steht, bin ich mir jedoch bewußt, daß die vorliegenden Ergebnisse nur als Grundlage für eine weitere Entwicklung dieser paläontologischen Methode betrachtet werden können.

Tabelle 1.

Erläuterungen: Häufiges Vorkommen wird mit großen schwarzen Punkten und seltenes Vorkommen mit kleinen Punkten dargestellt. Die leeren Kreise bedeuten, daß zu wenig Daten vorhanden sind, bzw. daß die Arten rezenter Ökologie nach zugeordnet wurden.

Palökol. Gruppe	Art	Grundwasser	Quellkalke	Bachkalke	Sumpfkalke	Seekalke	period. Gewässer
A	*Candona eremita* (Vejdovský 1880)	○		•	•		
	Candona kieferi Klie 1938	○			•		
	Cypridopsis subterranea Wolf 1919	○	●	•			
B	*Potamocypris zschokkei* (Kaufmann 1900)		●	●			
	Candona brevicornis Klie 1925		●	•			
	Ilyodromus olivaceus Brady & Norman 1889		●	•			
	Ilyodromus fontinalis Wolf 1919		●				
C	*Ilyocypris bradyi* (Sars 1890)		●	●	•		
	Eucypris pigra (Fischer 1851)		•	●	●		
D	*Scottia pseudobrowniana* Kempf 1971		•	•	●		
	Candona vavrai Kaufmann 1900			•	●		
	Cyclocypris diebeli n. sp.			•	●		
	Candona albicans Brady 1864			•	●		
	Candona fabella Nüchterlein 1969				●		
	Nannocandona faba Ekman 1914				●		
	Candonopsis kingsleii (Brady & Robertson 1870)				●		
	Paracandona euplectella (Robertson 1880)				●		
	Candona rostrata Brady & Norman 1889			•	●		
	Dolerocypris fasciata (O. F. Müller 1776)				●		
	Physocypria kraepelini G. W. Müller 1903				○		
	Cypridopsis elongata (Kaufmann 1900)				○		
E	*Cyclocypris ovum* (Jurine 1820)			●	●	●	
	Cyclocypris laevis (O. F. Müller 1785)			•	●	●	
	Candona marchica Hartwig 1899			•	●	●	
	Candona candida (O. F. Müller 1785)			•	•	●	
	Cypridopsis vidua (O. F. Müller 1776)				•	●	
	Heterocypris salina (Brady 1868)		•		•	●	
	Potamocypris unicaudata Schäfer 1943				•	○	
	Candona lozeki n. sp.					●	
	Candona protzi Hartwig 1898					●	
	Candona compressa (Koch 1837)				•	●	
	Candona fabaeformis Fischer 1854				•	●	
	Cypria ophthalmica (Jurine 1820)					●	
	Cypria exsculpta (Fischer 1855)					●	
	Notodromas monacha (O. F. Müller 1776)					●	
	Herpetocypris reptans (Baird 1843)			•	•	●	
	Potamocypris villosa (Jurine 1820)			•	•	●	
	Darwinula stevensoni (Brady & Robertson 1870)				•	●	
	Limnocythere inopinata (Baird 1843)				•	●	
	Limnocythere sanctipatricii Br. & Rob. 1869					●	
	Metacypris cordata Brady & Robertson 1870				•	●	
	Candona neglecta Sars 1887					●	
	Candona weltneri obtusa G. W. Müller 1900					●	
	Cytherissa lacustris Sars 1863					●	
	Candona hyalina Brady & Robertson 1870					○	
	Candona levanderi Hirschmann 1912					○	
	Cyclocypris serena (Koch 1837)					○	
F	*Heterocypris incongruens* (Ramdohr 1808)						○
	Cypris pubera O. F. Müller 1776						○
	Limnocythere relicta (Lilljeborg 1863)						○
	Cyprois marginata (Strauss 1821)						○
	Cypricercus hirsutus (Fischer 1851)						○

Bedeutung der Süßwasserostracoden für die Quartärstratigraphie

Veränderungen, die man in der Entwicklung der Ostracodengesellschaft einzelner Profile beobachtet, gehen auf verschiedenste Umstände zurück. Erstens sind Veränderungen von lokalem Charakter im Sedimentationsbereich zu nennen, wie z. B. Schwankungen des Wasserspiegels, Strömung, Verlandungsprozesse, Beschaffenheit der Bodensedimente usw. Zweitens kommen Wandlungen in Betracht, die durch den quartären Klimazyklus beeinflußt werden; d. h. besonders Temperaturverhältnisse, chemische Prozesse, Vegetationsdauer, Vegetationsstruktur usw. Die lokalen und klimatischen Einflüsse können sich an den einzelnen Fundorten verschieden auswirken. In der Ostracodengemeinschaft von Quellen spielen z. B. die Klimaänderungen wahrscheinlich nur eine geringe Rolle, während sie die Ostracodengemeinschaft in größeren Seen stärker beeinflussen können.

Ich habe mir zum Ziel gesetzt, die palökologischen Fragen von verschiedenen Aspekten her zu lösen, u. a. auch vom biostratigraphischen Gesichtspunkt aus.

In der ziemlich langen Geschichte der Untersuchungen fossiler Süßwasserostracoden ist bisher noch nicht völlig klargeworden, von welcher stratigraphischen Bedeutung die Quartärostracoden sind. Als erfolgreich sind die Ergebnisse von Mania (1967) anzusehen. Dieser Verfasser hatte die Möglichkeit, an einer Fundstelle die Ostracodenfaunenentwicklung vom letzten Interglazial bis ins Holozän zu verfolgen. In dieser Zeitspanne kam es dort aber wiederholt zu Änderungen im Sedimentationsbereich und es entstanden genetisch sehr verschiedene Ablagerungen Sande, Torfe, Tonmudden, Seekreiden, Fließerden usw.). Wenn man die klimatischen Einflüsse feststellen will, sind derartige Profile ungünstig. Man muß solche Sedimentfolgen aussuchen, in denen die Sedimentationsverhältnisse möglichst konstant waren. Diese Bedingungen sind im Falle einiger Seeablagerungen erfüllt, deren Profile die Faunenabfolge um die Grenze Pleistozän/Holozän erfassen. Es sind dies zwei Profile spätglazialer Seeablagerungen von Stará Lysá (Böhmen) und Liblice (Böhmen), und zwei Profile präborealer Seeablagerungen von Hrabanov (Böhmen) und Seeshaupt (Bayern).

Fundstelle Stará Lysá (Mittelböhmen); Profil Abb. 37

Literatur: Klečka (1930), Ložek (1964), Absolon (1969)

Der ursprüngliche See bei Stará Lysá ist in einem breiten Tal entstanden, das in der Würmeiszeit in einem großen Abschnitt und in voller Breite vom Flugsand aufgestaut worden ist. Hinter der so entstandenen Barriere bildete sich ein See, der nach den geomorphologischen Verhältnissen nicht tiefer als 5 m gewesen ist. Die Sedimentation ist von anorganischen Sanden über eine organogene mergelige Seekreide zu organischem Flachmoortorf verlaufen. Paläontologisch wurde die mergelige Seekreide bearbeitet, die an dieser Fundstelle spätglazialen Alters ist. In das Holozän gehört erst der Flachmoortorf im Hangenden.

Das Ergebnis der statistischen Bearbeitung von 1832 Exemplaren ist auf Abbildung 37 dargestellt. Abgesehen vom seltenen Vorkommen der Sumpfformen, die höchstwahrscheinlich schon zur oberen Flachmoortorfschicht gehören, und außer 3 Exemplaren von *H. incongruens*, sind alle hier gefundenen Ostracoden Bewohner der Seegewässer. Innerhalb dieser Fauna treten sehr häufig auf: *Candona candida, Candona compressa, Cyclocypris* cf. *ovum, Cypridopsis vidua, Herpetocypris rep-*

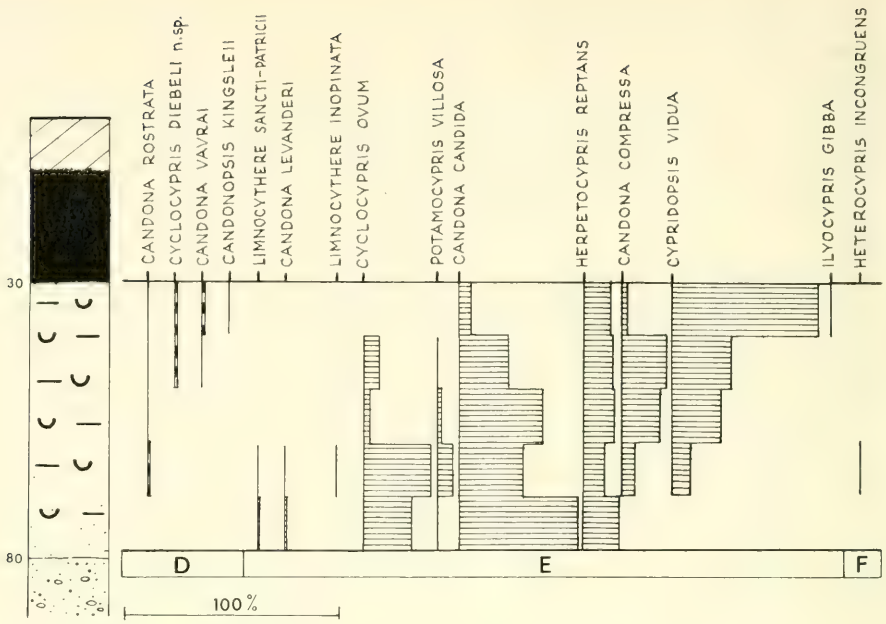


Abb. 37: Profil von Stará Lysá (Böhmen). Beispiel einer Ostracodengemeinschaft spätglazialer Seekalkablagerungen.

tans und *Potamocypris villosa.* Wie die weiteren Untersuchungen zeigten, bilden diese Arten eine typische Gesellschaft der spätglazialen Seeablagerungen.

Fundstelle Liblice (Mittelböhmen); Profil Abb. 38

Literatur: Dohnal (1955); Prošek & Ložek (1957); Ložek (1964); Absolon (1972)

Der ursprüngliche See bei Liblice ist unter ähnlichen Bedingungn wie der bei Stará Lysá entstanden. Auch hier ist die Sedimentation vom anorganischen Solifluktionsmergel über organogene Seemergel und Sumpfkreide zu organischem Flachmoortorf verlaufen. Paläontologisch wurden die Schichten des spätglazialen Seemergels und der altholozänen Sumpfkreide mit Torflinsen bearbeitet. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung von 2733 Exemplaren sind auf Abbildung 38 dargestellt. Im spätglazialen Seemergel kommen fast nur Ostracoden der Seeablagerungen vor, namentlich *Candona candida, Candona compressa, Cyclocypris* cf. *ovum, Cypridopsis vidua, Herpetocypris reptans, Potamocypris villosa, Candona marchica, Limnocythere inopinata* und sehr selten *Heterocypris salina* — eine Vergesellschaftung, die schon am Fundort Stará Lysá festgestellt wurde.

Die hangende Sumpfkreide mit Torflinsen, die nach Mollusken schon altholozänen Alters ist, enthält eine deutlich abweichende Ostracodengesellschaft. Die meisten oben erwähnten spätglazialen Arten treten zurück und es erscheinen 19 neue Arten. Einerseits sind das Sumpfkalkarten, andererseits neue Arten der Seekalkfauna. Besonders sind *Metacypris cordata* und *Darwinula stevensoni* zu nennen. Am

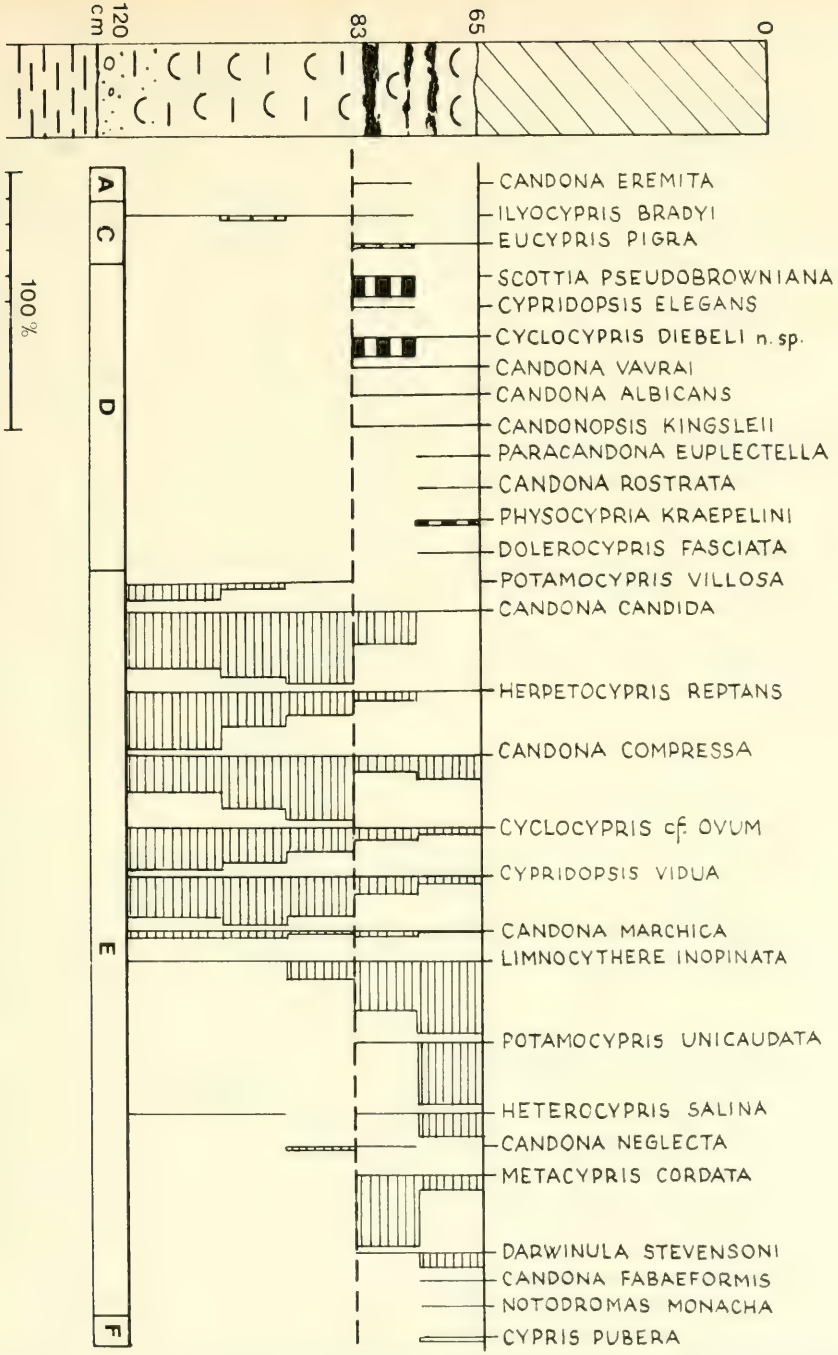


Abb. 38: Profil von Liblice (Böhmen). Beispiel der Änderung der Ostracodengesellschaft an der Grenze Spätglazial/Altholozän, die hier mit einer Sedimentationsänderung synchron ist.

Übergang vom Seemergel zur Sumpfkreide ist ein deutlicher Faunenwechsel zu verzeichnen, der durch die Verlandung des Sees, die Salzgehalterhöhung *(H. salina, P. unicaudata),* und besonders durch die Klimaänderung an der Grenze Spätglazial/ Altholozän hervorgerufen wurde.

Fundstelle Hrabanov bei Lysá n. Labem (Mittelböhmen), Abbildung 39

Literatur: Klečka (1926, 1930); Losert (1940); Rädisch & Schwarz (1949); Ložek (1964); Absolon (1969)

Die Fundstelle Hrabanov liegt im gleichen Sedimentationsbereich wie die bei Stará Lysá. Auf Grund paläobotanischer Untersuchungen von H. Losert (1940) gehört hier dem Spätglazial ein sandiger Ton im Liegenden an, der fossilfrei ist. Dann folgt eine Schicht reiner Seekreide, die schon präborealen Alters ist. Hier wurde eine Ostracodenanalyse von 2467 Exemplaren durchgeführt und mit der Pollen- und Molluskenanalyse verglichen (Abb. 39). Die Faunenabfolge weist in der Mitte der untersuchten Schicht einen deutlichen Wechsel auf. Im untersten Teil kommen Arten vor, die für das Spätglazial als typisch gelten können: *Candona candida, Candona compressa, Herpetocypris reptans* (hier selten), *Limnocythere inopinata, Cyclocypris* cf. *ovum* und *Cypridopsis vidua.* Dazu kommt noch *Candona protzi.* Im obersten Teil der Schicht verschwinden diese Arten bzw. treten zurück (nur *C. vidua* zeigt ein gegensätzliches Verhalten, vgl. auch Lok. Stará Lysá) und es erscheinen neue Arten — *Metacypris cordata, Darwinula stevensoni, Candona fabaeformis* und *Candona marchica.* Der erwähnte Faunenwandel entspricht auf dem Pollendiagramm dem Einzug von *Corylus* und der anspruchsvollen Bäume (EMW).

Fundstelle Seeshaupt (Oberbayern); Abbildung 40

Literatur: Paul & Ruoff (1932)

Die Fundstelle Seeshaupt liegt am südlichen Rand des Starnberger Sees im Bereich der Osterseen. Dieser Teil des ehemaligen würmeiszeitlichen Sees verlandete während des Postglazials. Man bemerkt hier wieder die gesetzmäßige Sedimentationsentwicklung vom anorganischen Seeton über organogene Seekreide zum organischen Torf. Für unsere Untersuchungen erschien es sehr günstig, Ostracoden aus der mächtigen, nach der Pollenanalyse von Paul & Ruoff (1932) präborealen Seekreide zu analysieren. In der Nähe vom damaligen Bohrprofil B der erwähnten Verfasser wurde erneut bis 8 m Tiefe gebohrt und ein zusammenhängender Kern mit sehr häufigen Ostracoden und Mollusken gewonnen. Die Ergebnisse der Ostracodenanalyse von 16 841 Exemplaren sind auf Abbildung 40 dargestellt. Während die präboreale Seekreide von der oben genannten Lokalität Hrabanov nur 60 cm mächtig ist, beträgt die Mächtigkeit von Seeshaupt mehrere Meter. Trotz mancher Schwankungen, vor allem im unteren Abschnitt des Profils, ist die Faunenabfolge von kälte- zu wärmeliebenden Arten fließend. Es muß hier betont werden, daß das Profil von Seeshaupt sich in 600 m Seehöhe am nördlichen Alpenrand befindet, was verursachte, daß die kälteliebenden Arten nur langsam zurücktraten und die wärmeliebende Fauna ziemlich artenarm war. Aber auch hier, wie bei Hrabanov, setzt *Metacypris cordata* im Ostracodendiagramm gleichzeitig mit Hasel und Eichenmischwald im Pollendiagramm ein. Das Profil von Seeshaupt zeigt eine präboreale Ostracodengemeinschaft, in der die kälteliebenden Arten des Spätglazials zurücktraten *(Candona candida, Candona lozeki* n. sp., *Potamocypris villosa, Herpeto-*

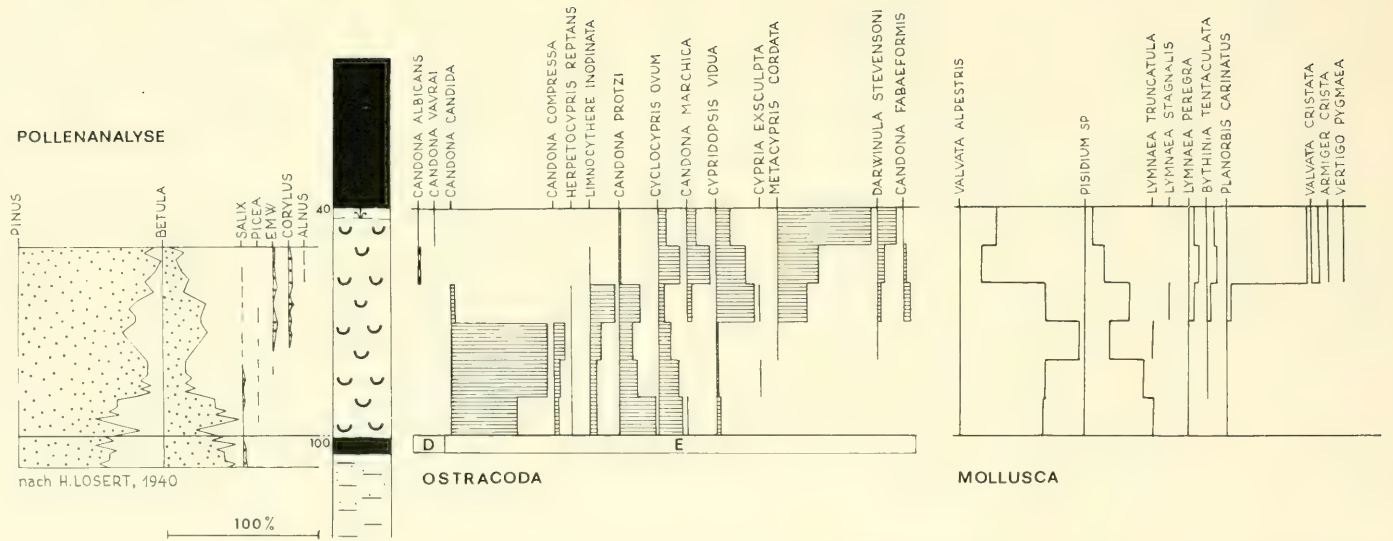


Abb. 59: Profil von Hrabanov (Böhmen). Beispiel der Entwicklung einer Ostracoden- und Molluskengesellschaft in präborealen Seekalkablagerungen. Links die Pollenanalyse von H. Losert (1940, Lissa-Hrabanov, Profil I.).

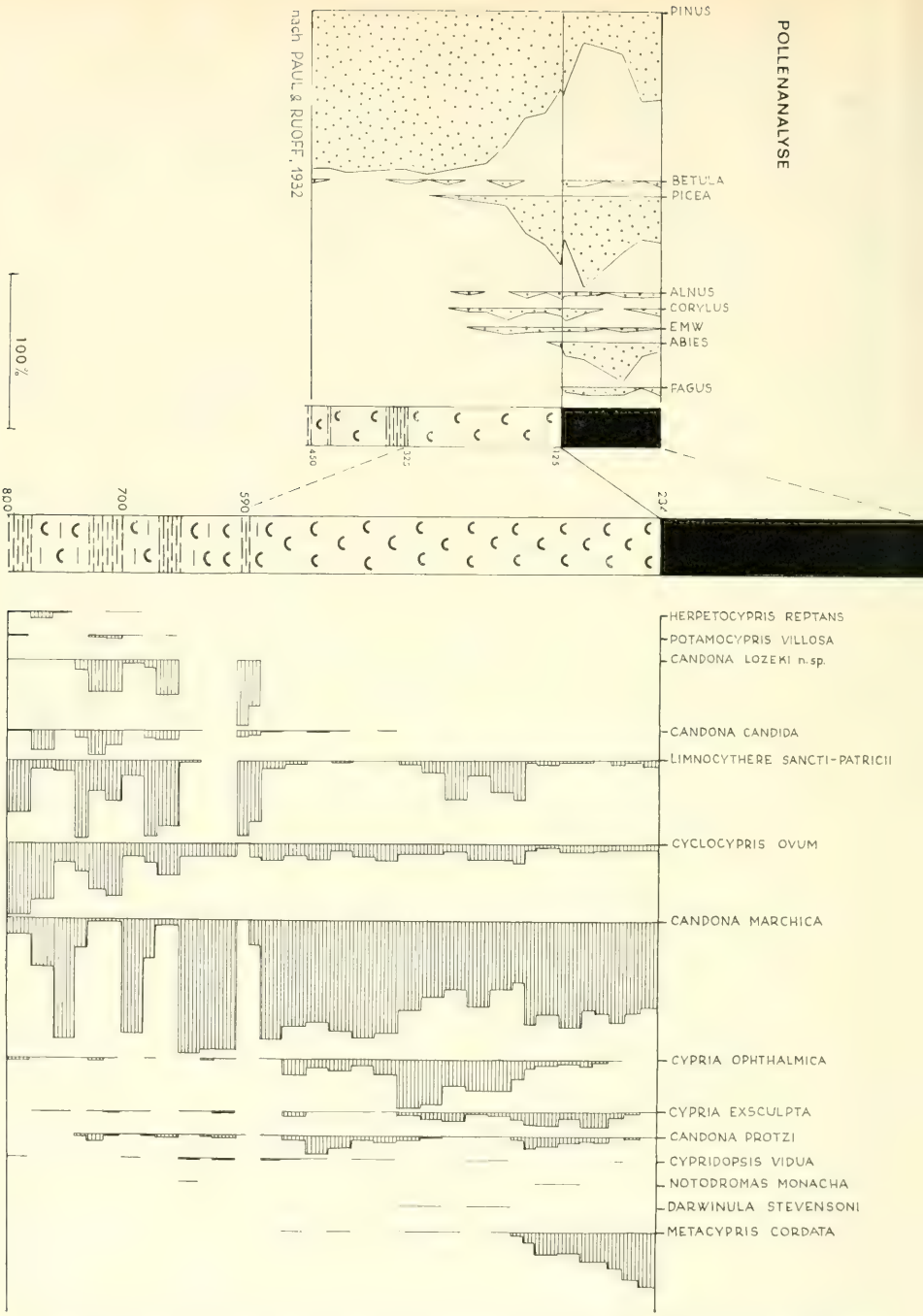


Abb. 40: Profil von Seeshaupt (Bayern). Beispiel der Entwicklung einer Ostracodenfauna von Seekalkablagerungen während des Präboreals. Links die Pollenanalyse von PAUL & RUOFF (1932, Seeshaupter Moore, Bohrung B).

cypris reptans und teilweise auch *Limnocythere sanctipatricii* und *Cyclocypris ovum)* und neue, anspruchsvolle Arten erschienen, die für das Altholozän charakteristisch sind *(Metacypris cordata,* selten *Darwinula stevensoni* und *Notodromas monacha).* Einige Arten, nämlich *Candona marchica, Cypria ophthalmica, Cypria exsculpta, Cypridopsis vidua* und *Candona protzi* gehen durch das ganze Profil.

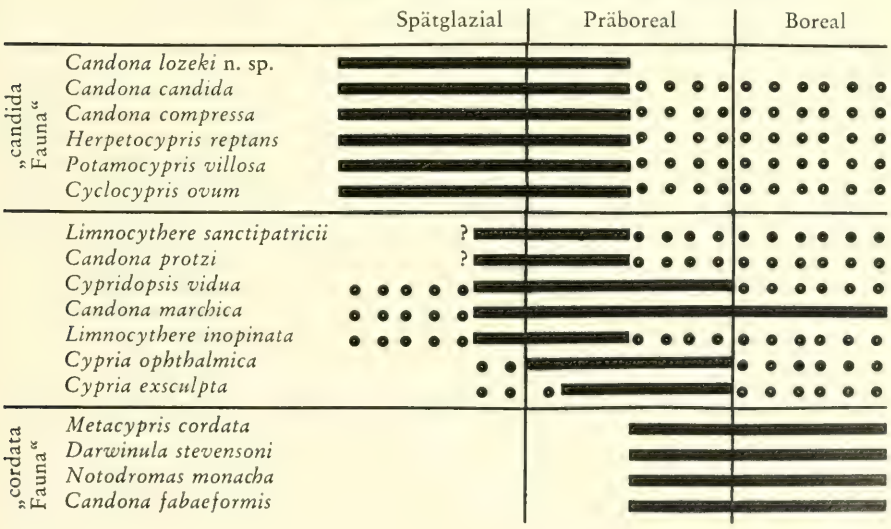
Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse der Ostracodenuntersuchungen von Stará Lysá, Liblice, Hrabanov und Seeshaupt konnte ich noch an einigen anderen spätglazialen (Dobroměřice in Böhmen, Trüttlingen in der Schweiz) und altholozänen Fundstellen (Malý Újezd in Böhmen, Horka-Bolek in der Slowakei) nachprüfen.

Es wurde festgestellt, daß die spätglaziale Ostracodengesellschaft erst im Präboreal von einer neuen, altholozänen Vergesellschaftung abgelöst wird und zwar zu der Zeit, als erste anspruchsvolle Hölzer nach Mitteleuropa eingewandert sind. Die spätglazialen, bzw. kälteliebenden Ostracoden der Seeablagerungen bilden eine charakteristische Gesellschaft, für die ich hier die Bezeichnung „candida-Fauna" vorschlage. Die „candida-Fauna" kennzeichnet die immer massenhaft anwesende Art *Candona candida,* die von *Candona compressa, Herpetocypris reptans, Potamocypris villosa* und *Cyclocypris ovum* begleitet wird. An der Fundstelle Seeshaupt fehlt *C. compressa* und statt deren erscheint häufig *Candona lozeki.* Außerdem kommen noch *Limnocythere inopinata* und *sanctipatricii, Cypridopsis vidua, Cypria exsculpta* und *ophthalmica, Candona marchica* und *protzi* vor, die für die ganze Übergangsphase Spätglazial/Altholozän typisch sind.

Für die neue Ostracodengemeinschaft des Altholozäns schlage ich als Bezeichnung „cordata-Fauna" vor, da sie durch die häufig vorkommende Art *Metacypris cordata* gekennzeichnet ist. Zu dieser Fauna gehören *Darwinula stevensoni, Candona fabaeformis* und *Notodromas monacha.*

Übersichtstabelle 2: Fauna der Übergangsphase Pleistozän/Holozän



Ich möchte betonen, daß nicht der Rückgang der „candida-Fauna", sondern der Einsatz der „cordata-Fauna" den Beweis dafür erbringt, daß die untersuchte Ostracodenfauna schon dem Altholozän angehört.

Die in dieser Arbeit vorliegenden Untersuchungen sind auf das Spät- und Postglazial beschränkt. In dem quartären Klimazyklus kann man jedoch mit gewissem Vorbehalt das holozäne Klimaoptimum mit den Hochinterglazialen vergleichen und ebenso den Übergang vom Spät- zum Postglazial mit den Frühinterglazialen. Die hier zusammenfassenden Ergebnisse dürften also bei der Lösung biostratigraphischer und palökologischer Fragen des Pleistozäns behilflich sein.

Literaturverzeichnis

Absolon, A., 1967: Lasturnatka *Scottia browniana* (Jones 1850) na horní Nitře. — Acta Mus. nat. Slov., **61**, 55—59, Bratislava.

Absolon, A., 1969: Vznik a vývoj limnického kvartéru u Lysé n. Labem. — Věstník Ústř. úst. geol., **44**, 185—187, Praha.

Absolon, A., 1972: Kvartér mělnického úvalu. — Sbor. geol. věd.-Antropozoikum, **6**, 35—56, Praha.

Absolon, A. & J. Kantorek, 1970: Prodomus der bisher auf dem Gebiet der Tschechoslowakei festgestellten Ostracoden. — Acta soc. zool. Bohemoslov., **34**, 255—262, Praha.

Bronstein, Z. S., 1947: Ostracoda presnych vod. — Fauna SSSR, Rakoobraznye, 1—339, 16 Taf., Moskva.

Danielopol, D. & E. Vespremeanu, 1964: The presence of ostracods on floating fen soil in Rumania. — Fragmenta Balcanica, **5**, 29—36, Skopje.

Delorme, L. D., 1969: Ostracodes as Quaternary paleoecological indicators. — Canad. J. Earth Sci., **6**, 1471—1476, Ottawa.

Delorme, L. D., 1970: Freshwater ostracodes of Canada. Part II. Subfamily Cypridopsinae and Herpetocypridinae, and family Cyclocyprididae. — Canad. J. Zool., **48**, 253—266, 10 Taf., Ottawa.

Delorme, L. D., 1971: Paleoecogical determinations using Pleistocene freshwater Ostracodes. — Bull. Centre Rech. Pau, **5**, suppl., 341—347, Pau.

Diebel, K. & E. Pietrzeniuk, 1969: Ostracoden aus dem Mittelpleistozän von Süßenborn bei Weimar. — Paläont. Abh., **3**, 463—488, 10 Taf., Berlin.

Dohnal, Z., 1965: Pozdně glaciální slatiny v Polabí. — Anthropozoikum, **5**, 152—154, Praha.

Graf, H., 1938: Beitrag zur Kenntnis der Muschelkrebse des Ostalpengebietes. — Archiv Hydrobiol., **33**, 401—502, Stuttgart.

Hartwig, W., 1901: Die Arten der Ostracoden-Unterfamilie Candoninae der Provinz Brandenburg. — S.-B. naturf. Freunde Berlin, **1901**, 87—129, Berlin.

Hirschmann, N., 1912: Beitrag zur Kenntnis der Ostracodenfauna des Finnischen Meerbusenes. — Acta soc. fauna et flora Fennica, **36**, 3—66, 3 Taf., Helsingfors.

Jančařík, A., 1951: Nový nález lasturnatky *Candona eremita* Vejdovsky 1882. — Sbor. Klubu přírodověd. Brno, **29**, 232—235, Brno.

Kaufmann, A., 1892: Über die Gattung *Acanthopus* Vernet und eine neue Süßwassercytheride. — Zool. Anz., **15**, 393—395, Leipzig.

Kaufmann, A., 1900: Cypriden und Darwinuliden der Schweiz. — Rev. Suisse Zool., **8**, 209—423, Taf. 15—31, Genf.

Kempf, E. K., 1967: *Ilyocypris schwarzbachi* n. sp. (Crustacea, Ostracoda) und ein vorläufiges Ostracoden-Diagramm aus dem pleistozänen Löß von Kärlich (Neuwieder Becken). — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **13**, 65—69, 1 Taf., Köln.

Klie, W., 1925: Entomostraken aus Quellen. — Arch. Hydrobiol., **16**, 243—301, Stuttgart.

Klie, W., 1938: Ostracoda, Muschelkrebse. — Tierwelt Deutschland, **34**, 1—230, Jena.

Klečka, A., 1926: O stáří českých rašelin. — Věda přír., **7**, 305—313, Praha.
Klečka, A., 1930: Studie o slatinných lukách polabských. — Sbor. výzk. úst. zeměděl. ČSR, **52**, 1—189, Praha.
Kollmann, K., 1962: Die ersten Ostracoden aus dem Pleistozän von Wien. — Verhandl. Geol. Bundesanst., **1962**, 38—45, Wien.
Löffler, H., 1963: Die Ostrakodenfauna Österreichs. — S.-B. Österr. Akad. Wissensch., **172**, 193—211, Wien.
Losert, H., 1940: Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte Innerböhmens. III. Das Spätglazial bei Lissa-Hrabanov. — Beihft. Bot. Ctbl., **60**, 415—436, Dresden.
Ložek, V., 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpr. Ústř. úst. Geol., **31**, 1—372, 32 Taf., Praha.
Lüttig, G., 1955: Die Ostracoden des Interglazials von Elze. — Palöont. Z., **29** 146—169, Taf. 16—19, Stuttgart.
Lüttig, G., 1961: Die ersten Ostracoden aus dem Quellkalk von Alfeld/Leine. — Geol. Jb., **79**, 93—116, Taf. 5—7, Hannover.
Mania, D., 1967: Pleistozäne und holozäne Ostracodengesellschaften aus dem ehemaligen Ascherslebener See. — Wiss. Z. Univ. Halle, **16**, 501—550, Halle/S.
Müller, G. W., 1900: Deutschlands Süßwasser-Ostracoden. — Zoologica, **30**, 1—112, 21 Taf., Stuttgart.
Nüchterlein, H., 1969: Süßwasserostracoden aus Franken. — Int. Revue ges. Hydrobiol., **54**, 223—287, Berlin.
Paul, H. & S. Ruoff, 1932: Pollenanalytische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil. — Ber. Bayer. Bot. Ges., **20**, 1—264, München.
Petkovski, T., 1966: Ostracoden aus einigen Quellen der Slowakei. — Acta Mus. Maced. Sci. Nat., **10**, 91—108, Skopje.
Ponyi, J., 1966: Tájékozódó viszgálatok a Balaton nyíltvize iszaplakó rákjainak minöségi és mennyiségi viszonyairól. — Annal. Biol. Tihany, **33**, 177—1972, Tihany.
Prošek, F. & V. Ložek, 1957: Stratigraphische Übersicht der tschechoslowakischen Quartärs. — Eiszeit. Gegenw., **8**, 37—90, Öhringen.
Rädisch, J. & J. Schwarz, 1949: Geologický náčrt okolí Lysé n. L., Nymburka a Poděbrad. — Sbor. Stát. geol. úst. ČSR, **16**, 157—168, Praha.
Sars, G. O., 1928: An account of the Crustacea of Norway. — Ostracoda, **9**, 1—227, 119 Taf., Bergen.
Schäfer, H. W., 1943: Über zwei neue deutsche Arten der Süßwasserostracoden. — Zool. Anz., **143**, 210—126, Leipzig.
Spandl, H., 1926: Die Tierwelt vorübergehender Gewässer. — Archiv Hydrob., **16**, 74 bis 132, Stuttgart.
Triebel, E., 1941: Die ersten Ostracoden aus der Paludinenbank. — Z. Geschiebef. Flachlandsgeol., **17**, 61—75, 2 Taf., Leipzig.
Triebel, E., 1950: Pflanzen- und Tierreste aus dem Schwemmlöß von Bad Soden am Taunus. (Part Ostracoda). — Senckenb., **31**, 349—354, Frankfurt/M.
Wolf, J. P., 1919: Die Ostracoden der Umgebung von Basel. — Archiv Naturgesch., **A 85**, Berlin.
Wüst, E., 1903: Ein pleistozäner Valvaten-Mergel mit Brackwasser-Ostracoden bei Memleben/U. — Zentralbl. Miner. Geol. Paläont., **1903**, 586—590, Stuttgart.

Tafelerklärung

Tafel 3

Fig. 1—3: *Cyclocypris diebeli* n. sp., linke und rechte Klappe von innen, das Gehäuse von oben. Fundstelle Horka-Bolek (Slowakei); Altholozän.

Fig. 4: *Cyclocypris diebelei* n. sp., linke Klappe von innen. Fundstelle Čečelice (Böhmen); Altholozän. (Bei schlechter Fossilisation ist nicht die ganze Innenlamelle erhalten.)

Fig. 5: *Cyclocypris ovum* (Jurine), linke Klappe von innen. Fundstelle Horka-Bolek (Slowakei); Altholozän.

Fig. 6: *Cyclocypris laevis* (Jurine), linke Klappe von innen. Fundstelle Opočno (Böhmen); Altholozän. Bei der Bestimmung fossiler Exemplare von *C. ovum* und *C. laevis* richtet man sich nach dem unterschiedlichen Übergreifen der Klappen. Wenn jedoch im fossilen Material kein Gehäuse vorhanden ist, ist der Bau des Verschlußsystems für die Bestimmung entscheidend. Die Schloßfurche bei *C. ovum* ist in der rechten Klappe entwickelt, während bei *C. laevis* in der rechten Klappe eine Schloßleiste vorhanden ist.

Fig. 7: *Cyclocypris serena* (Koch), rechte Klappe von innen. Fundstelle Hranovnica (Slowakei); Holozän. Diese Art hat die Schloßfurche in der rechten Klappe.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 95—101 | München, 15. 12. 1973

Der Tarsus von Rauisuchus (Pseudosuchia, Mittel-Trias)

Von Bernard Krebs[1])

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Das Original-Material von *Rauisuchus tiradentes* F. v. Huene 1942 aus der Santa Maria Formation von Südbrasilien wurde überprüft. Dabei zeigte sich, daß der Astragalus, der von F. v. Huene übersehen worden war, vorhanden ist. Es wird nachgewiesen, daß *Rauisuchus* ein für Pseudosuchier diagnostisches Astragalus/Calcaneus-Gelenk besitzt. Entgegen der von B. Hughes (1963) geäußerten Auffassung ist *Rauisuchus* kein Proterosuchier, sondern Typus-Gattung der Pseudosuchier-Familie Rauisuchidae.

Summary

The type specimen of *Rauisuchus tiradentes* F. v. Huene 1942 from the Santa Maria Formation of South Brazil was re-examined. By that it became apparent that the astragalus which F. v. Huene failed to see, is existing. It is proved that *Rauisuchus* has an astragalus/calcaneum joint, as it is diagnostic of Pseudosuchia. Contrary to the opinion expressed by B. Hughes (1963), *Rauisuchus* is not a proterosuchian, but type genus of the pseudosuchian family Rauisuchidae.

Einleitung

Die Pseudosuchier sind überwiegend carnivore Bewohner des Festlandes, die in der Mittleren und Oberen Trias, nach dem Verschwinden der Proterosuchia und vor der gewaltigen Ausbreitung der Dinosaurier, die zweite Blüte der Archosauria bilden. Die außerordentlich vielfältigen Pseudosuchier umfassen, von der fakultativ bipeden Stammform *Euparkeria* ausgehend, die vollkommen bipeden Ornithosuchidae, die zu vierbeinigem Laufen spezialisierten Rauisuchidae, die quadrupeden, schwer gepanzerten Stagonolepididae und die zum Springen befähigten Scleromochlidae. Weitere, noch ungenügend bekannte Formen werden mit mehr oder weniger Vorbehalten dazu gerechnet. In den letzten Jahren wurden von verschiedenen Autoren einzelne Gattungen oder Familien aus den Pseudosuchia herausgenommen. So wertet B. Hughes (1963) gewisse Merkmale von *Euparkeria* und von *Rauisuchus*

[1]) Prof. Dr. B. Krebs, Institut für Paläontologie der Freien Universität, 1 Berlin 33, Schwendenerstraße 8

als so primitiv, daß er diese Gattungen den Proterosuchia zuordnet. A. S. Romer (1972) reiht die ganze Familie der Rauisuchiden bei den Proterosuchia ein. A. D. Walker (1964) hält *Ornithosuchus* für einen frühen Carnosaurier und stellt die Ornithosuchiden zu den Saurischia. Die Besonderheiten der Stagonolepididen haben A. S. Romer (1966) bewogen, sie als eigene Unterordnung aufzuführen. Damit war die Frage, ob die Pseudosuchier überhaupt noch als taxonomische Einheit Bestand haben, berechtigt.

Ein Merkmals-Komplex der Pseudosuchier beweist jedoch, daß sie eine natürliche, monophyletische Gruppe bilden, nämlich ihr hochspezialisierter Tarsus (B. Krebs 1963, 1973). In der Fußwurzel der Pseudosuchier geschieht die Bewegung ausschließlich zwischen Astragalus und Calcaneus; der Astragalus ist solidarisch mit dem Unterschenkel, der Calcaneus mit dem Fuß. Der Astragalus besitzt einen Gelenkkopf, der sich in einer Gelenkpfanne des Calcaneus dreht. Ein kräftiger Tuber calcanei wirkt als Hebelarm für den Fuß. Es ist nicht denkbar, daß sich ein solch komplizierter Apparat mehrmals durch Konvergenz entwickelt hat. Die Crocodilia, deren Tarsus in Bau und Funktion jenem der Pseudosuchia entspricht, müssen mit letzteren auf eine gemeinsame Wurzel zurückgehen. Die späteren Archosaurier und die Vögel weisen ein Mesotarsal-Gelenk auf, das funktionell jenem der primitiven Proterosuchia gleichkommt, und können nicht von den Pseudosuchiern abgeleitet werden.

Der Tarsus ist somit das diagnostische Merkmal, welches in erster Linie über die Zugehörigkeit eines Taxons zu den Pseudosuchia (oder zu den durch weitere Spezialisierungen gekennzeichneten Crocodilia) entscheidet. Während die charakteristischen Eigenarten des Tarsus bei den Typus-Gattungen aller Pseudosuchier-Familien, also bei *Euparkeria* (dort erst im Entstehen begriffen), bei *Ornithosuchus*, bei *Stagonolepis* und bei *Scleromochlus* nachgewiesen sind, war dies bei *Rauisuchus* bisher nicht der Fall. Eine Überprüfung des Original-Materials von *Rauisuchus* gab hier Aufschluß.

Das Original-Material von *Rauisuchus*

F. v. Huene unternahm vom Sommer 1928 bis zum Frühjahr 1929 eine paläontologische Expedition in die brasilianische Provinz Rio Grande do Sul, die von der damaligen Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Bayerischen paläontologischen Staatssammlung gefördert wurde. Die Ausgrabungen in der „Santa Maria Formation", die heute in die Mittlere Trias eingestuft wird (C. B. Cox 1967), lieferten eine reiche Ausbeute an Landwirbeltieren. Dabei handelt es sich neben Therapsiden, Rhynchocephalen und einem fraglichen Saurischier vor allem um Pseudosuchier. Die Funde wurden nach Tübingen gebracht und dort präpariert. F. v. Huene beschrieb die Fauna in den „fossilen Reptilien des südamerikanischen Gondwanalandes", einem seiner großen Werke, welches in Lieferungen zwischen 1935 und 1942 erschien (das Kapitel Pseudosuchia wurde 1942 veröffentlicht). Da F. v. Huene an keiner Stelle seiner Arbeit angibt, wo die Originale aufbewahrt werden, kam das Gerücht auf, die Stücke seien verschollen oder nach Südamerika zurück gesandt worden. Hier sei nun festgehalten, daß sich das gesamte Pseudosuchier-Material in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München befindet (ein Teil der Therapsiden- und Rhynchocephalen-Funde liegt im Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen).

Das Typus-Exemplar von *Rauisuchus tiradentes* F. v. Huene, als „Fund der Grabung 15" bezeichnet, umfaßt folgende, isolierte Elemente: Praemaxillare, Nasale, Jugale, Praefrontale und Postfrontale[2]), Squamosum; Surangulare, Spleniale, Praearticulare, Articulare; einzelne Zähne; Atlas, Epistropheus, Hals-, Rücken- und Schwanzwirbel, Rippen, Haemapophysen; Scapula, ein Teil des Coracoids; Pubis; Tibia, Fibula; Panzerplatten. Ein zweites Exemplar, „Fund Nr. 1025", besteht aus dem hinteren Teil eines Maxillare, einem Halswirbel, einem Rippen-Fragment, Haemapophysen und einem Ilium.

Der Tarsus von *Rauisuchus*

Der Unterschenkel von *Rauisuchus* ist im Zusammenhang mit der Frage nach den Verhältnissen im Tarsus von besonderem Interesse. Tibia und Fibula sind in ihrer ursprünglichen relativen Lage aneinander haftend überliefert (Abb. 1). Die sehr schlecht erhaltenen Knochen werden von zahlreichen Brüchen durchzogen. Stellenweise ist die Knochensubstanz eingedrückt, während daneben Knochensplitter gratartig vorstehen. Wie viele Funde aus der Santa Maria Formation ist auch das vorliegende Stück von einer rötlichen, harten, der Präparation trotzenden Eisenoxyd-Schicht überzogen, die das Bild verschleiert. F. v. Huene hatte diese Unregelmäßigkeiten als Exostosen gedeutet und an eine pathologische Deformation gedacht. So erklärt sich auch der Irrtum, der ihm bei der Untersuchung des Unterschenkels von *Rauisuchus* unterlief. Dank der Kenntnis der seither entdeckten, besser erhaltenen Verwandten von *Rauisuchus* läßt sich feststellen, daß es sich nicht um Tibia und Fibula der linken, sondern der rechten Seite handelt, und daß F. v. Huene das proximale Ende mit dem distalen verwechselt hat. Die überraschende Entdeckung, die sich aus der veränderten Orientierung beider Knochen ergibt, ist, daß das, was F. v. Huene als „von vorne her eingedrückte Tuberositas tibiae" hielt, nichts anderes als der am Distalende der Tibia haftende Astragalus ist. Der für die stammesgeschichtlichen Beziehungen so wichtige Tarsus von *Rauisuchus* ist also teilweise vorhanden.

Vorerst seien Tibia und Fibula kurz beschrieben. Die Tibia, 215 mm lang, ist wesentlich massiver als die Fibula. Sie ist gerade und gegen die Enden etwas verdickt, distal mehr als proximal. Im oberen Drittel der Tibia erhebt sich eine Strebe zur weggebrochenen postero-medialen Partie des proximalen Gelenkkopfes. Der sonst gerundete Schaft weist antero-lateral eine distal deutlicher werdende, stumpfe Kante auf. Die Fibula wird distalwärts allmählich etwas kräftiger. Sie ist seitlich abgeflacht; die Innenfläche erscheint andeutungsweise konkav, die Außenfläche gewölbt. Als Ganzes ist die Fibula leicht zur Tibia hin gebogen und zeigt eine schwache Torsion, so daß die Innenfläche, proximal etwas nach hinten gerichtet, sich distalwärts zunehmend zur Tibia wendet. Dabei nähert sich die postero-lateral vom Proximalende ausgehende Kante in einer sanften S-Kurve der Tibia, während die vordere Kante immer parallel zur Tibia verläuft. Vorn trägt die Fibula, nach dem ersten Drittel beginnend, eine undeutliche, längliche, schräg nach außen-unten ziehende Muskelansatzstelle. Die Enden beider Elemente sind stark korrodiert. Die angebliche Koossifikation des distalen Abschnitts von Tibia und Fibula dürfte durch die Fossilisation vorgetäuscht sein.

[2]) Das angebliche Praefrontale scheint eher das linke Pterygoid zu sein. Die Identifizierung des Postfrontale ist ebenfalls nicht sicher.

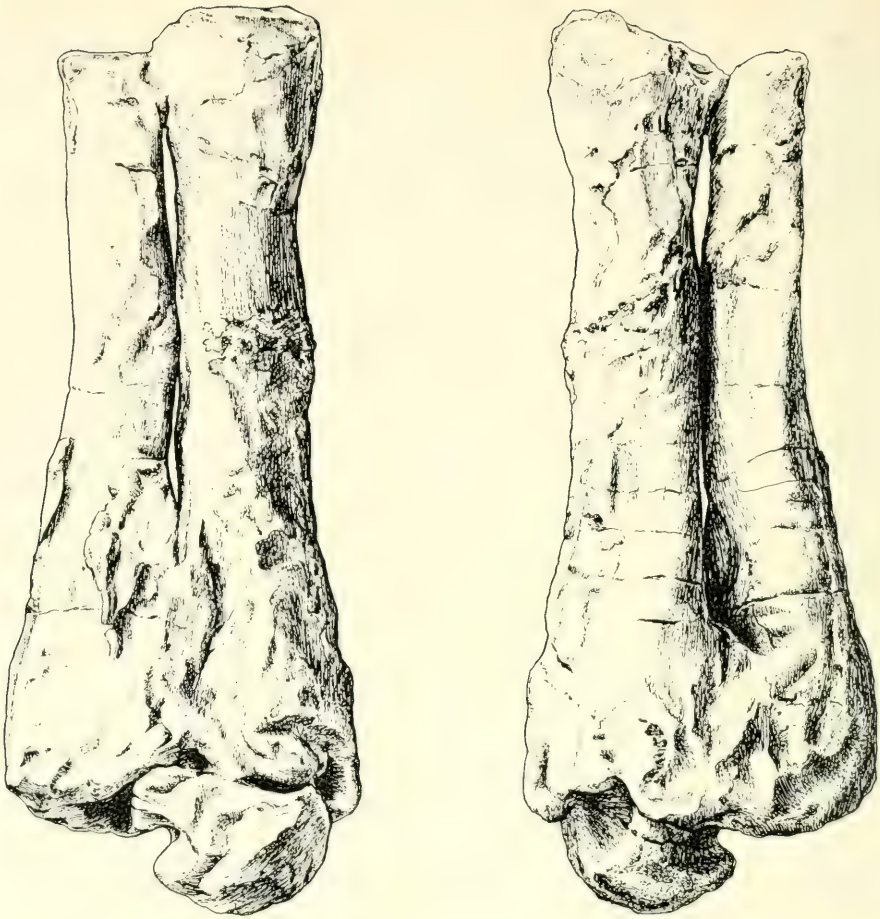


Abb. 1: *Rauisuchus tiradentes* F. v. Huene. Tibia, Fibula und Astragalus. Links, von vorn; rechts, von hinten. 1/2 nat. Gr.

Der Astragalus (Abb. 2, links) haftet, wie bereits gesagt, an den distalen Enden von Tibia und Fibula. Von vorn gesehen hat die proximale Begrenzung des Astragalus die Gestalt eines Satteldaches mit ungleichen Seiten, wobei nahezu die ganze Endfläche der Tibia der größeren, nach innen geneigten Seite aufliegt, während die kleinere, nach außen geneigte Seite etwa einen Drittel der Endfläche der Fibula einnimmt. Unter diesem fibularen Teil befindet sich eine tiefe Einbuchtung. Ventral davon bildet der Astragalus einen kräftigen, lateralwärts gerichteten Zapfen. Eine große, gewölbte Gelenkfläche schließt den Astragalus unten, vorn und außen ab. Die hintere Ansicht des Astragalus ist zu stark verkrustet, um Einzelheiten erkennen zu lassen. Die größte Breite (transversal) des Astragalus beträgt 55 mm.

Der Vergleich des Astragalus von *Rauisuchus* mit jenem eines rezenten Krokodils (Abb. 2) zeigt, daß zwischen den beiden Elementen eine völlige Übereinstimmung besteht. Dies beweist, daß im Tarsus von *Rauisuchus* ein Astragalus/Calcaneus-Gelenk ausgebildet war. Tibia und Fibula stützen sich beide auf den Astragalus, der funktionell Bestandteil des Unterschenkels ist — und wohl auch deshalb mit diesem verbunden fossilisiert wurde. Der (bei *Rauisuchus* nicht erhaltene) Calcaneus, eine Einheit mit dem Fuß bildend, drehte sich um den lateralen Gelenkkopf des Astragalus und glitt dabei unter der seitlichen Partie der Fibula-Endfläche durch, während sich die medial am Calcaneus anschließenden Elemente über die gewölbte, ventrale Fläche des Astragalus schoben.

Der Besitz eines Astragalus/Calcaneus-Gelenks, wie es für Pseudosuchier (und Krokodilier) kennzeichnend ist, sichert — zusammen mit anderen Merkmalen — die Zugehörigkeit von *Rauisuchus* zu den Pseudosuchia.

Die Rauisuchidae

Mit obigem Ergebnis wird die Kontroverse um die Familie Rauisuchidae beendet. F. v. Huene hatte 1942 gemeinsam mit *Rauisuchus* auch die Gattung *Prestosuchus* veröffentlicht, beide als Unterfamilie Rauisuchinae vereinigt und der Familie Stagonolepididae (bei F. v. Huene Stagonolepidae) zugeordnet. Die Gattung *Procerosuchus*, aus dem gleichen Fundgebiet, stellte er mit einigen Bedenken ebenfalls zu dieser Familie. Etwa zur selben Zeit (1938) hat F. v. Huene einen Pseudosuchier aus Tanganjika als Stagonolepididen beschrieben und ihn deshalb auch *Stagonosuchus* genannt. 1956 führt A. S. Romer *Rauisuchus, Prestosuchus, Procerosuchus* und *Stagonosuchus* dagegen als fragliche Ornithosuchiden auf. Unabhängig von einander haben O. A. Reig (1961) anläßlich der Untersuchung von *Saurosuchus* aus Argentinien und B. Krebs (1965) im Zusammenhang mit der Bearbeitung von *Ticinosuchus* aus der Schweiz dargelegt, daß die erwähnten Formen eine natürliche Gruppe von Pseudosuchiern bilden, die sich klar von den Stagonolepididen und Ornithosuchiden unterscheidet. Es sind großwüchsige aber leicht gebaute, schwach gepanzerte, carnivore Pseudosuchier, die sich durch die Fähigkeit zu schnellem, qua-

Abb. 2: Astragalus, von vorn. Links, *Rauisuchus tiradentes* F. v. Huene, nat. Gr. Rechts, *Crocodylus porosus*, auf die gleiche Größe gebracht.

drupedem Laufen auszeichnen. Diese Gruppe entspricht einer Familie, der den Nomenklatur-Regeln gemäß der Name Rauisuchidae zukommt und deren Typus-Gattung *Rauisuchus* ist.

Wie eingangs bemerkt hat B. Hughes (1963) *Rauisuchus* auf Grund gewisser Ähnlichkeiten der Wirbel und des Beckens mit den entsprechenden Elementen des Proterosuchiers *Erythrosuchus* mit Vorbehalt den Erythrosuchidae zugeordnet. Außerdem erwog B. Hughes, *Saurosuchus* wegen Übereinstimmungen mit *Rauisuchus* ebenfalls bei den Erythrosuchiden unterzubringen. A. S. Romer übernahm in der dritten Auflage seiner „Vertebrate Paleontology" (1966) diese Auffassung und führt *Rauisuchus* wie auch *Saurosuchus* mit Fragezeichen bei den Proterosuchia auf, während er *Prestosuchus* als neue Typus-Gattung der restlichen, bei den Pseudosuchiern verbleibenden Gruppe wählt, die damit den Namen Prestosuchidae erhält. 1972 stellt A. S. Romer die Familie „Prestosuchidae", in die er nun *Rauisuchus* und *Saurosuchus* wieder einbezieht, als Ganzes zu den Proterosuchia. Zu den „Prestosuchiden" rechnet er neben einigen fraglichen Funden jetzt auch *Shansisuchus*, eine von C. C. Young (1964) beschriebene, plumpe, primitive Form aus China, und überträgt offenbar dessen ursprüngliche Züge auf die ganze Familie. *Shansisuchus* ist, wie C. C. Young annimmt und A. J. Charig & O. A. Reig (1970) bestätigt haben, tatsächlich ein Proterosuchier. Die übrigen Vertreter der umstrittenen Gruppe haben jedoch im Gegensatz zu *Shansisuchus* und den Proterosuchiern, allein was den Fortbewegungsapparat betrifft, ein extrem dreistrahliges Becken mit einem stabförmigen Ischium, lange schlanke Gliedmassen, wobei in der Vorderextremität der Radius annähernd so lang ist wie der Humerus oder etwas länger, und vor allem im Tarsus das charakteristische Astragalus/Calcaneus-Gelenk. Daß insbesondere *Rauisuchus* kein Proterosuchier sein kann, wurde hier an Hand seines Astragalus nachgewiesen. Alle erhaltenen Elemente von *Rauisuchus* stimmen dagegen mit jenen von *Prestosuchus, Procerosuchus, Stagonosuchus, Saurosuchus* und *Ticinosuchus* überein. Es kann kein Zweifel bestehen, daß *Rauisuchus* in diese Gruppe gehört und also zu Recht Typus-Gattung der Pseudosuchier-Familie Rauisuchidae[3]) ist.

Auch an dieser Stelle sei den Herren Prof. Dr. R. Dehm und Dr. P. Wellnhofer, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München, für die Erlaubnis, das Material aus F. v. Huenes Grabungen in Südbrasilien einsehen und den Unterschenkel von *Rauisuchus* neu bearbeiten zu dürfen, bestens gedankt. Herrn Peter Berndt danke ich herzlich für die Anfertigung der Zeichnungen.

Literatur

Charig, A. J. & Reig, O. A.: The classification of the Proterosuchia. — Biol. J. Linnean Soc. London, **2**, S. 125—171, 6 Abb., 3 Tab., London 1970.

Cox, C. B.: Changes in terrestrial vertebrate faunas during the Mesozoic. — In Harland, W. B. et al. (Eds): The fossil record, S. 77—89, 1 Abb., 1 Tab., London (Geological Society) 1967.

Huene, F. v.: Ein großer Stagonolepide aus der jüngeren Trias Ostafrikas. — N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd., (B), **80**, 2, S. 264—278, Taf. 10—11, Stuttgart 1938.

[3]) Eine eingehende Darstellung der Rauisuchidae findet sich im Kapitel Pseudosuchia (B. Krebs 1973) des von O. Kuhn herausgegebenen „Handbuches der Paläoherpetologie".

Huene, F. v.: Die fossilen Reptilien des südamerikanischen Gondwanalandes. Ergebnisse der Sauriergrabung in Südbrasilien 1928/29. — Lfg. 3/4, S. 161—332, Abb. 28—66, Taf. 18—38, München (C. H. Beck) 1942,

Hughes, B.: The earliest archosaurian reptiles. — South african J. Sci., **59**, 5, S. 221—241, 6 Abb., Johannesburg 1963.

Krebs, B.: Bau und Funktion des Tarsus eines Pseudosuchiers aus der Trias des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz). — Paläont. Z., **37**, 1/2, S. 88—95, 5 Abb., Stuttgart 1963.

Krebs, B.: *Ticinosuchus ferox* nov. gen. nov. sp. Ein neuer Pseudosuchier aus der Trias des Monte San Giorgio. — (In Kuhn-Schnyder, E. & Peyer, B.: Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen, XIX) Schweiz. paläont. Abh., **81**, 140 S., 68 Abb., 3 Taf., 9 Tab., Basel 1965.

Krebs, B.: Pseudosuchia. — In Kuhn, O. (Ed): Handbuch der Paläoherpetologie, Teil 13, Stuttgart & Portland (Gustav Fischer) im Druck 1973.

Rig, O. A.: Acerca de la posición sistemática de la familia Rauisuchidae y del género *Saurosuchus* (Reptilia, Thecodontia). — Publ. Mus. municipal Cienc. naturales tradicionales Mar del Plata, **1**, 3, S. 73—114, 15 Abb., Mar del Plata 1961.

Romer, A. S.: Osteology of the reptiles. — XXI + 772 S., 248 Abb., Chicago (University of Chicago Press) 1956.

Romer, A. S.: Vertebrate paleontology. 3rd ed. — VIII + 468 S., 443 Abb., 4 Tab., Chicago & London (University of Chicago Press) 1966.

Romer, A. S.: The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna. XVI. Thecodont classification. — Breviora Mus. comp. Zool., **395**, 24 S., Cambridge, Mass. 1972.

Walker, A. D.: Triassic reptiles from the Elgin area: *Ornithosuchus* and the origin of carnosaurs. — Philos. Trans. roy. Soc. London, (B), **248**, 744, S. 53—134, 18 Abb., London 1964.

Young, C. C.: The pseudosuchians in China. — Palaeontologia sinica, **151**, S. 1—205, 64 Abb., 10 Taf., 27 Tab., Peking 1964.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 103—114 | München, 15. 12. 1973

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 9. Crocodilia

Von Eugen Scherer, München[1])

Mit 2 Abbildungen und Tafel 4

Zusammenfassung

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen bei Mainburg in Niederbayern ist heute die bedeutendste Vertebraten-Fundstelle der Bayerischen Oberen Süßwasser-Molasse. Sie hat neben einem reichen Material von Säugetieren auch fragmentarische Reste von Krokodilen geliefert. Von Bedeutung ist ein rechtes vorderes Dentale-Fragment, das als *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872 bestimmt wird.

Summary

The Upper Miocene fossil locality Sandelzhausen near Mainburg in Lower Bavaria represents the most important vertebrate locality of the Bavarian Upper Freshwater Molasse. Besides rich material of mammals it has delivered also fragmentary remains of crocodiles. Remarkable is a right anterior fragment of a dentary which is determined as *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872.

Résumé

Le gisement du Miocène supérieur de Sandelzhausen près de Mainburg en Basse Bavière représente la plus importante localité des vertébrés fossiles de la Molasse d'eau douce bavaroise. A côté de matériaux riches de mammifères elle a fourni des restes fragmentaires de crocodiliens. Un fragment antérieur d'un dentaire droit que nous déterminons comme *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872 est remarquable.

[1]) Dr. med. E. Scherer, Institut für Paläontologie und historische Geologie, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

Inhalt

Einleitung und Material 104
Beschreibung der Fundstücke 105
Diplocynodon cf. *gracilis* Vaillant 1872 105
Dentale-Fragment 1 105
Zur Bestimmung des Fundstückes 108
Diplocynodon sp. 111
Dentale-Fragment 2 111
Dentale-Fragment 3 111
Die Einzelzähne 112
Schlußfolgerungen 113
Literatur 114

Einleitung und Material

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen bei Mainburg in Niederbayern, über die Fahlbusch & Gall 1970 und Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972 einen Überblick gegeben haben, stellt heute die bedeutendste Vertebraten-Fundstelle der Bayerischen Oberen Süßwasser-Molasse dar. Sie hat neben einem reichen Material von Säugetieren auch Reste von Krokodilen geliefert, die als Klimazeugen von Bedeutung sind (Berg 1964). Die Erforschung der Fundstelle Sandelzhausen wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 53 „Palökologie" gefördert.

Das fragmentarische Krokodilmaterial (130 Stücke) ist das Ergebnis einer vieljährigen Sammlungs- und Grabungstätigkeit. Es besteht aus einigen Skelettresten (11), einigen meist fragmentarischen Hautknochenplatten (23) und zahlreichen Einzelzähnen (96). Das einzige größere Fundstück ist ein rechtes vorderes Dentale-Fragment, das im Detail beschrieben und abgebildet wird. Das Material wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München unter den Inventar-Nrn. 1959 II 34, 417—437 aufbewahrt.

Im einzelnen sind vorhanden:

vom Cranium ein 41,4x23,0 mm großes Fragment eines rechten Jugale (Außenfläche mit kräftiger netzartiger Skulptierung, unterer Rand der Orbita leicht aufgewulstet) mit einem Teil der an der Innenseite ansetzenden Columna postorbitalis (1959 II 436) und ein sehr kleines, aber unverkennbares Fragment von der rechten hinteren Ecke des Stirnbeines mit der zusammenhängenden Naht zum Partietale und rechten Postfrontale (1959 II 437);

vom Unterkiefer: 3 rechte vordere Dentale-Fragmente (1959 II 417—419); alle zeigen das namengebende Gattungsmerkmal: Doppelzahn $^3/_4$ bzw. die entsprechenden Alveolen; vom zahnlosen hinteren Teil des Unterkiefers ein 40 mm langes Fragment von der äußeren unteren Kante des Angulare (1959 II 420);

96 Einzelzähne (1959 II 427—435);

4 isolierte Wirbelkörper von der Hals- und vordersten Brustwirbelsäule, 21,4 bis 29,9 mm lang, und ein nicht näher bestimmbares hinteres Fragment eines Wirbelkörpers von der gleichen Größenordnung (1959 II 421);

23 meist fragmentarische Hautknochenplatten (1959 II 34 und 422—426), die vom Cervicalschild (422), Rückenpanzer, Bauchpanzer und sonstigen, nicht nä-

her bestimmbaren Körperstellen stammen; von den vollständigen Platten mißt die größte 38x29 mm (423), die kleinste 11,0x9,5 mm (424).

Das Vorkommen von zweiteiligen Bauchpanzerplatten ist neben dem Doppelzahn des Unterkiefers von Bedeutung für die Genus-Bestimmung *Diplocynodon*. In unserem Material ist ein unverkennbares Fragment eines vorderen Teiles, 2 vollständige hintere Teile und ein kleines Fragment eines hinteren Teiles vorhanden (1959 II 426).

Über die vertikale Verteilung der Fundstücke auf die verschiedenen Horizonte der Lagerstätte (zur Schichtbezeichnung siehe Fahlbusch & Gall 1970: 379 ff. und Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972: 335/336) läßt sich nur folgendes sagen: Von 130 Fundstücken sind 101 durch Schichtangabe für die Horizontierung verwertbar. Aus der tiefsten Schicht A stammen gar keine Funde, aus Schicht B nur ganz wenige (5, nur Zähne), die ganz überwiegende Mehrzahl stammt aus Schicht C und D (96), davon aus Schicht C (58) erheblich mehr als aus Schicht D (38). Dieser letztere Befund gibt vermutlich nicht das ursprüngliche Zahlenverhältnis wieder, weil einerseits auf der Suche nach Säuger-Resten bevorzugt Schlämmproben aus Schicht C entnommen wurden, anderseits Schicht D zum größten Teil abgeräumt und somit ungenügend ausgewertet worden ist.

Beschreibung der Fundstücke

Crocodilidae Gray 1825
Alligatorinae Kaelin 1933
Diplocynodon Pomel 1847
Diplocynodon cf. *gracilis* Vaillant 1872

Taf. 4, Fig. 1—3.

Dentale-Fragment 1 (Inv.-Nr. 1959 II 417)

Das dunkelbraune Fundstück wurde 1967 an der Grabungsstelle Mitte ausgegraben, nach Angabe des Finders (Dr. Heißig) im tieferen Bereich von Schicht D. Es handelt sich um ein 130,5 mm langes, rechtes vorderes Dentale-Fragment mit zum Teil erhaltenen Zähnen, das durch seine schlanke Gestalt auffällt. Die Symphyse reicht bis zum Interdentalraum 4/5, fast bis zum vorderen Rand des 5. Zahnes. Das Spleniale ist verloren gegangen, so daß der Kanal des Meckel'schen Knorpels (Canalis cartilaginis Meckeli oder Can. primordialis) in ganzer Länge offen liegt. Das Spleniale ist an der Bildung der Symphyse nicht beteiligt. Seine vordere Ansatzstelle ist etwas hinter der Symphyse zu beiden Seiten des Meckel'schen Kanals an 2 feinen konvergenten Leisten deutlich zu erkennen. Die untere Nahtlinie reicht etwas weiter nach vorn als die obere und endet etwa 5—6 mm hinter der Symphyse.

Das Fragment trägt die Zähne bzw. Alveolen 1—16. Von den Alveolen 14 bis 16 sind nur Reste der Außenwände erhalten, weil die linguale Wand des Dentale ab Zahn 13 (in Fig. 2 der Tafel 4 der letzte Zahn) abgesprengt wurde und verloren gegangen ist. Durch diesen Defekt erhält man Einblick in einen zweiten längs verlaufenden Kanal, den Canalis alveolaris inf., der hier lateral-oberhalb des Mekkel'schen Kanals und lateral-unterhalb der Zahnreihe verläuft und den Nervus alveolaris inf. nebst Blutgefäßen enthält. Zur Benennung der Kanäle siehe Gaupp

1911, 434/435. Der Eingang in den Canalis alveolaris inf. ist am hinteren Ende des Fragmentes eben noch erkennbar. Der Bruchrand des knöchernen Septums zwischen dem Meckel'schen Kanal und dem Canalis alveolaris inf. endet etwa in Höhe des vorderen Randes der nicht mehr vorhandenen 17. Alveole und läuft in eine immer niedriger werdende feine Leiste aus. An dieser Stelle, in Höhe der 17. Alveole, ist der Eingang in den Canalis alveolaris inf. (Foramen alveolare inf.) gewesen.

Ludwig (1877: 8 u. 34) gibt im Text für das mitteleozäne *Diplocynodon darwini* und *ebertsi* den Eingang in den Canalis alveolaris inf. unter dem 12. oder 13. Zahn an, im Bild (Taf. 2, Fig. 6) stellt er ihn bei einem Dentale-Fragment von *D. darwini* unter dem 14. Zahn dar. — In der Literatur über die rezenten Krokodile sind darüber keine Angaben zu finden. In der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates in München konnten darüber einige vergleichende Untersuchungen angestellt werden[2]). Bei 4 Unterkiefern von *Caiman crocodilus fuscus* (Cope) von derselben Örtlichkeit in Kolumbien (Nr. 69—72/1937) wurde das Foramen alveolare inf. dreimal in Höhe des 14. Zahnes, einmal (Nr. 70) in Höhe des Interdentalraumes 13/14 gefunden; bei einem Unterkiefer von *Caiman crocodilus yacare* (Daudin) aus Argentinien (Nr. 166/1929) in Höhe des Interdentalraumes 12/13.

Auch ein 3. Längskanal, den Ludwig 1877 (Taf. 1, Fig. 9 und 10; Taf. 2, Fig. 2 und 6; Text S. 8 und 34) bei dem mitteleozänen *Diplocynodon darwini* und *ebertsi* beschrieben und auf den Abbildungen mit γ bezeichnet hat, ist am Fragment erkennbar. Der feine, etwa nadeldicke Kanal verläuft im Dentale lingual von der Zahnreihe etwas oberhalb der Zahnkeimnischen und ist an der Abbruchfläche der lingualen Wand des Dentale zwischen dem 12. und 13. Zahn im Querschnitt als runde Öffnung (Durchmesser ca. 1 mm) zu sehen. Er ist in Fig. 2 der Taf. 4 auf der Abbruchfläche als kurzer dunkler Streifen angedeutet. Aus diesem Kanal, der auch der Gefäß-Nerven-Versorgung dient, kommen nach der Darstellung von Ludwig die kleinen Kanälchen, die an der oberen Fläche des Dentale mit kleinen Öffnungen dicht lingual von der Zahnreihe ausmünden. Die anatomische Literatur hat diesen 3. Längskanal noch nicht zur Kenntnis genommen, so daß er noch keinen Namen trägt. Auf einem Sägeschnitt, der in der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates in München[2]) durch einen kleineren rechten Mandibelast (nicht beschriftet, wohl *Caiman crocodilus)* zwischen der 8. und 9. Alveole ausgeführt werden durfte, war dieser Kanal nicht erkennbar.

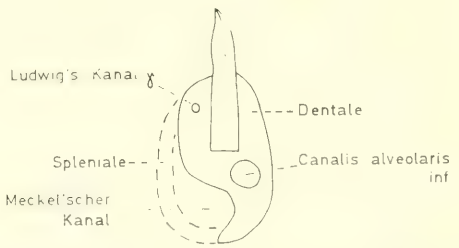


Abb. 1: *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872. — Dentale-Fragment 1. Darstellung der längs verlaufenden Kanäle im Unterkiefer. Schematischer Querschnitt in Höhe von Zahn 13. Spleniale ergänzt und gestrichelt eingezeichnet. Originalhöhe am Fundstück 24 mm.

[2]) Herrn Konservator Dr. Gruber bin ich dafür zu großem Dank verpflichtet.

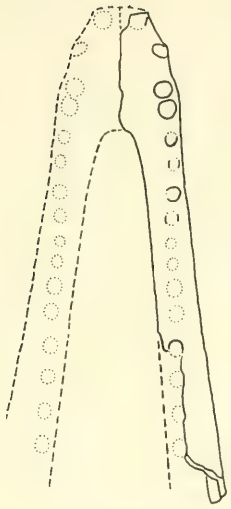


Abb. 2: *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872. — Dentale-Fragment 1. Rekonstruktion der vorderen Partie des Unterkiefers. Ansicht von dorsal. 1/2 der natürlichen Größe. Weil die Zähne ungenügend erhalten sind (siehe Tafel 4), wurden in der Skizze die Alveolen dargestellt.

Die längs verlaufenden Kanäle im Unterkiefer sind in Abb. 1 in einer schematischen Querschnittszeichnung dargestellt. Um eine Vorstellung von der schmalen Form des Unterkiefers zu geben, wurde in Abb. 2 eine Rekonstruktion der vorderen Partie des Unterkiefers versucht, indem auf der rechten Seite das Dentale-Fragment 1 in seinen Umrissen skizziert und die linke Seite spiegelbildlich ergänzt wurde. Da sich die ungenügend erhaltenen Zähne für eine zeichnerische Darstellung nicht eignen, wurden nur die Umrisse der Alveolen, die nicht maßstäblich zu nehmen sind, in die Skizze eingetragen.

Die horizontale Festonierung ist ausgesprochen gering, die vertikale deutlich ausgebildet. Die Skulptierung ist aus Fig. 1 der Tafel 4 hinreichend erkennbar.

Bezahnung: Die Gesamtzahl der Unterkieferzähne ist nicht bekannt, weil die Zahnreihe nicht vollständig erhalten ist. Alveole 1 enthält Sediment mit Knochensplittern, die vom Rand des Zahnfaches stammen. Der Zahn fehlt. Rand der Alveole nur labial-distal teilweise erhalten, sonst beschädigt, besonders mesial. Alveole 2 enthält den geborstenen Wurzelstumpf des abgebrochenen Zahnes. Alveole 3 und 4 (Doppelzahn): beide groß, fast gleich groß (4 etwas größer als 3), eng zusammengerückt, von einem gemeinsamen Knochenwall umgeben. Die 3. Alveole enthält den Wurzelstumpf des abgebrochenen Zahnes. Aus der 4. Alveole erhebt sich der nachgerückte Ersatzzahn, der den Kieferrand gering überragt. Von den nachfolgenden Zähnen ist nur Zahn 5 (spitzkonisch schlank) und Zahn 13 (weniger spitz, mit einer nicht ganz circulären Einschnürung am Zahnhals) intakt erhalten geblieben. Die Zähne 6 und 8—12 sind mehr oder weniger stark beschädigt, Zahn 7 ganz zu Verlust gegangen. Zahn 9 und 10 konnten rekonstruiert werden. Zahn 11 und 12 sind

im Zahnhals abgebrochen und mehr oder weniger stark nach vorn gekippt wieder angeklebt worden. Auch die interalveolären Septen sind beschädigt.

Alle Zähne sind glatt. Längsrisse im Schmelz, die man allenthalben sieht, sind sekundär entstanden. Die schmalen Kanten am mesialen und distalen Rand der Zähne sind ebenfalls glatt. Es muß leider darauf verzichtet werden, nach dem Vorbild von Berg die Maße der Zahnkronen bzw. der Alveoleneingänge anzugeben, weil zuviele Beschädigungen bestehen.

Von den Alveolen 14—16 sind, wie schon erwähnt, nur schalenförmige Reste der äußeren Wände erhalten geblieben. Auf dem schmalen hinteren Ende des Dentale-Fragmentes könnte noch die 17. und noch der Anfang der 18. Alveole untergebracht werden. Da für das jungtertiäre *Diplocynodon* 18 bzw. 19 Unterkieferzähne (siehe Berg 1966, Tabelle S. 39) angenommen werden, umfaßt das Fundstück fast die ganze Länge der Zahnreihe.

Dicht vor dem 12. Zahn ist am äußeren Kieferrand ein Grübchen als Eindruck der Spitze eines Oberkieferzahnes zu erkennen. Lingual von der Zahnreihe liegen an der oberen Fläche des Dentale kleine Öffnungen, die die Austrittsstellen von Gefäß-Nerven-Kanälchen darstellen. Die Kanälchen sind verstopft und nicht sondierbar.

Maße von Dentale-Fragment 1

Länge insgesamt	130,5 mm
Länge der Symphyse, geschätzt	32,0—32,5 mm
Größte Höhe der Symphyse	14,0 mm
Größte Breite der Symphyse	15,3 mm
Kleinste Unterkieferhöhe, gemessen zwischen Zahnstumpf 6 und Alveole 7	11,7 mm
Größte Unterkieferhöhe, gemessen in Höhe von Alveole 16	18,0 mm
Entfernung vom Doppelzahnseptum 3/4 bis zum 10. Zahn	ca. 38,0—40,0 mm
Symphysenwert nach Berg	ca. 230 %
Unterkieferwert nach Berg	ca. 30 %

Aus der Länge von Dentale-Fragment 1 kann man, ähnliche Schädelproportionen wie bei *D. gracilis* vorausgesetzt, auf eine mediane Schädellänge von schätzungsweise etwa 220 bis 230 mm und daraus (mit Faktor 7) auf eine Gesamtlänge des Tieres von ca. 1,5—1,6 m schließen.

Zur Bestimmung des Fundstückes

Es handelt sich um ein Krokodil des Genus *Diplocynodon* Pomel 1847. Als Genus-Merkmale liegen vor: Doppeleckzahn des Unterkiefers (Zähne 3 und 4); Symphyse kurz; Spleniale nicht an der Bildung der Symphyse beteiligt.

Das alligatorine Genus *Diplocynodon* erscheint im mittleren Eozän (? Paleozän, Kuhn 1940) und stirbt in Mitteleuropa im Pliozän (seit dem Beginn des Pont nicht mehr nachweisbar) wahrscheinlich aus klimatischen Gründen aus (Berg 1964: 331).

Eine Species-Bestimmung ist weder nach der Zahnzahl (Zahnreihe unvollständig) noch nach der Beschaffenheit der Zähne (Zahnkronen uncharakteristisch glatt) möglich. Es muß daher auf die Indexwerte von Berg zurückgegriffen werden.

Berg (1966) hat in seiner Monographie über die Krokodile aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen einen ausführlichen Katalog aller *Diplocynodon*-Arten vorgelegt, das gesamte Material nachuntersucht und kritisch gesichtet, die No-

menklatur revidiert und die wichtigsten Fundstücke abgebildet. Beim Vergleich der verschiedenen Arten erkannte er für die Zeitspanne vom Alttertiär zum Jungtertiär eine morphologische Entwicklungstendenz zu einem gestreckteren Schädel, die quantitativ nicht nur an der Verschiebung des Längen-Breiten-Index des Schädels, sondern auch an einer Streckung des Unterkiefers, besonders der Symphyse erkennbar ist. Um den Grad der Unterkieferstreckung zu erfassen, hat er 2 neue Indices eingeführt, den Symphysenwert und den Unterkieferwert.

Der Symphysenwert nach BERG ist das Verhältnis Länge zu Höhe der Unterkiefer-Symphyse, ausgedrückt in Prozent. Die Länge der Symphyse kann nicht exakt gemessen werden, weil das vordere Ende leicht beschädigt ist. Sie beträgt am Fundstück 30,5 mm. Die wahre Symphysenlänge wird auf ca. 32,0—32,5 mm geschätzt. Die Höhe der Symphyse, gemessen zwischen dem tiefsten Punkt der Mittelfläche und dem höchsten Punkt an der hoch aufragenden lingualen Umrandung des Doppelzahnes 3/4 beträgt 14 mm. Aus diesen Werten errechnet sich ein Symphysenwert von rund 230/0.

Der Unterkieferwert nach BERG ist das Verhältnis der kleinsten Unterkieferhöhe zur Entfernung vom Doppelzahnseptum 3/4 bis zum 10. Zahn, ausgedrückt in Prozent. Die kleinste Höhe des Unterkieferastes, gemessen zwischen dem Zahnstumpf 6 und der Alveole 7, beträgt 11,7 mm. Die Meßstrecke für die Unterkieferlänge wurde von BERG (1966: 14) willkürlich so gewählt, weil sie den Vorteil hat, an vielen fragmentarischen Fundstücken feststellbar zu sein. Er definiert sie als „Abstand von der Alveolentrennwand zwischen 3. und 4. Zahn bis zur Spitze des 10. Zahnes (bzw. bis zur Mitte der 10. Alveole)". Bei unserem Fragment ist die Entfernung vom Doppelzahnseptum bis zur Spitze des 10. Zahnes 38 mm. Da die Spitze des 10. Zahnes keineswegs senkrecht über der Mitte der Alveole steht, sondern sich in den vorausgehenden Interdentalraum projiziert, weil der Zahn erheblich nach vorn geneigt ist, sollte man als hinteren Meßpunkt wohl besser die Mitte an der labialen Fläche der Zahnbasis nehmen. Man erhält dann 40 mm. So errechnet sich ein Unterkieferwert von rund 30/0.

Leider sind aus der Oberen Süßwasser-Molasse (Torton/Sarmat) keine brauchbaren Vergleichsstücke vorhanden.

Für „*Crocodilus Bütikonensis*" H. v. MEYER 1854 vom Lindenberg bei Bütikon (Kanton Aargau, Schweiz) ist nicht hinreichend gesichert, daß er zum Genus *Diplocynodon* gehört (BERG 1966: 42).

Aus dem obermiozänen Sand von Stätzling NE Augsburg hat ROGER 1898 und 1902 einige Krokodilreste als *Diplocynodon* cf. *steineri* (HOFMANN) beschrieben, dabei auch „ein Unterkieferfragment mit leeren Alveolen" erwähnt, das aber nicht mehr vorhanden ist (Kriegseinwirkung). Im Depot des Naturwissenschaftlichen Museums in Augsburg befinden sich unter der Nr. 111 der Liste der aus dem alten Museum geretteten Fundstücke zusammen mit einem alten Etikett „*Crocodilus anchitherii* ROGER, Stätzling 1901" 4 Dentale-Fragmente von großen Tieren, von denen 2 leider nur kurze Stücke das Gattungsmerkmal der Doppelalveole für den 3. und 4. Zahn erkennen lassen, also sicher von *Diplocynodon* stammen. Das eine dieser beiden Fragmente (Alveole 3—8) läßt am hinteren Ende LUDWIG's Kanal γ erkennen[3]). Dieser Kanal ist auch bei einem neuerdings gefundenen Dentale-Fragment mit den Alveolen 7—12 von Derching N Stätzling (Privatbesitz) zu sehen.

Aus dem obermiozänen Ton von Dechbetten SW Regensburg, Bayern (Braunkohlentertiär der Oberpfalz = Randfacies der Oberen Süßwasser-Molasse) beschrieb ROGER 1910 reichliche Krokodilreste von allen Körperteilen (Reste von 4 Tieren; von einem Tier war offenbar das ganze Skelett im Zusammenhang zur Einbettung gelangt, aber bei der Herausnahme aus dem verfestigten Ton zertrümmert worden) als *Diplocynodon* cf. *gracilis*

VAILLANT, leider ohne Abbildungen zu geben, so daß heute nach dem kriegsbedingten Verlust der im Regensburger Museum aufbewahrten Fundstücke nur mehr der Text der Beschreibung vorliegt. Einige neu gesammelte Stücke sind nach Gattung und Art nicht bestimmbar[3]).

Wir müssen also ältere Fundstücke zum Vergleich heranziehen. An der Wende vom Alttertiär zum Jungtertiär steht *Diplocynodon rateli/gracilis* aus dem Aquitan von Saint-Gérand le Puy (Allier). VAILLANT (1872) hat 2 Species unterschieden: eine schlankere Form, *D. „gracile"*, und eine plumpere Form, *D. „Ratelli"*. BERG (1966: 35—37) vertritt dagegen nach Untersuchung eines umfangreichen Materials in Paris die Ansicht, daß es nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse nicht möglich sei, die beiden Formen klar zu trennen. Eine Klärung der Frage sei erst nach Wiederauffindung der Typen zu erwarten. Neben den Merkmalen des Schädels spielen als Kennzeichen des Unterkiefers eine Rolle: die Zahl der Zähne (18 bzw. 19), die Indices (Symphysenwert rund 210—230%, Unterkieferwert rund 24 bis 28%), die Lage größerer Interdentalräume (hinter dem 7., weniger auffallend hinter dem 6. Zahn) und die Form der Alveolen (oval gestreckt, nach BERG 1971: 29 besonders auffällig bei *D. rateli*). Es mag hier noch angefügt werden, daß schon im mittleren und oberen Oligozän vordere Dentale-Fragmente vorkommen, die teils *D. gracilis*, teils *D. rateli* ähnlich sind (JEHENNE 1970, BERG 1971).

Herr Prof. D. E. BERG hat bei Gelegenheit eines Besuches im hiesigen Institut das Dentale-Fragment 1 gesehen und schriftlich folgendermaßen bezeichnet: *„Diplocynodon* sp. (aff. *gracilis*), sehr ähnlich in seinen Dimensionen französischen Burdigal-Helvet-Funden, vgl. BERG 1966: 37, 45/46." Dieser Hinweis bezieht sich auf *„Diplocynodon* cf. n. sp. (aff. *rateli* bzw. *gracilis*)" (S. 37) und seinen Standort in den Korrelationsdiagrammen für die beiden Unterkiefer-Indices der verschiedenen *Diplocynodon*-Arten (S. 45 u. 46). BERG beschrieb hier ein Mandibel-Fragment mit beiden Zahnreihen aus den burdigalen Sables de l'Orléanais. Er vermutete wegen des auffällig niedrigen Unterkieferwertes (rund 22%) und der ungewöhnlichen Lage eines deutlichen Interdentalraumes hinter dem 5. Zahn eine neue Art, mußte aber vorerst auf ihre Aufstellung verzichten, weil der Schädel noch nicht bekannt ist. Dazu stellte er noch ein Unterkiefer-Fragment mit fast gleichen Maßen aus dem Helvet der Touraine.

Wenn man die verkleinert wiedergegebene Dorsalansicht des Unterkiefer-Fragmentes von *„Diplocynodon* cf. n. sp." in BERG 1966 (Taf. 3, Fig. 16) auf natürliche Größe bringt, dann bestätigt sich, daß unser Fundstück in seinen Dimensionen sehr ähnlich ist. Der Länge nach ist unser Stück geringfügig kleiner. Die Ähnlichkeit äußert sich auch in der geringen Breite der Symphyse. Von den Indices ist der Symphysenwert unseres Fragmentes mit ca. 230% übereinstimmend, dagegen der Unterkieferwert mit ca. 30% (dort ca. 22%, nach BERG der niedrigste Wert, der bisher bei *Diplocynodon*-Arten sicher festgestellt werden konnte) erheblich abweichend. Die Tragweite dieser Abweichung muß vorerst offen gelassen werden. Die horizontale Festonierung, die bei unserem Stück ausgesprochen gering ist, kommt beim rechten Dentale des französischen Fundstückes stärker zum Ausdruck, was aber zum Teil dadurch bedingt ist, daß es etwas nach außen gedreht ist.

Da die von BERG vermutete neue Species noch nicht ausreichend belegt ist, solange der Schädel nicht bekannt ist, muß für unser Fundstück eine nicht näher be-

[3]) Herrn Dr. ISSEL vom Naturwissenschaftlichen Museum in Augsburg sowie den Herren vom Naturkunde-Museum in Regensburg, Herrn FINKL, Herrn HERRMANN und Herrn Dr. WOLF schulde ich Dank für ihre freundliche Hilfe.

stimmbare Species angenommen werden, die wegen ihrer schlanken Form mit *D. gracilis* VAILLANT 1872 aus dem Aquitan von Saint-Gérand le Puy (Allier) zu vergleichen ist. In bezug auf diese Species liegt es mit einem Symphysenwert von ca. 230% an der oberen Grenze der von BERG angegebenen Spannweite von 210—230%, mit dem Unterkieferwert von ca. 30% ganz dicht über der oberen Grenze (dort ca. 24—28%). Das Verhältnis Länge zu Breite der Symphyse wird von BERG nicht erörtert. Welche Bedeutung der Lokalisation von auffallend großen Interdentalräumen und der Form der Alveolen bei der Species-Bestimmung zukommt, entzieht sich meiner Beurteilung.

Um nichts zu präjudizieren, wird für unser Dentale-Fragment 1 die Bezeichnung *Diplocynodon* cf. *gracilis* VAILLANT 1872 gewählt.

Diplocynodon sp.

Dentale-Fragment 2 (Inv.-Nr. 1959 II 418)

Das kleine hellbraune Fundstück (größte Länge ca. 22,7 mm) dürfte aus der Periode der ersten Aufsammlungen in Sandelzhausen stammen. Über Fundstelle und Zeit des Fundes ist keine Notiz vorhanden. Es handelt sich um ein Symphysen-Fragment einer rechten Mandibel mit den Alveolen 1—4. Alveole 1 breit aufgebrochen, es fehlt der Zahn sowie die vordere und mesiale Wand. An der Hinterwand steht senkrecht ein 4,5—5,0 mm langer Zahnkeim, offenbar der zurückgebliebene Ersatzzahn, der beim Ausbrechen des 1. Zahnes etwas verschoben und verdreht worden ist. Alveole 2 enthält einen Wurzelstumpf. Alveole 3 und 4 eng zusammengerückt, von einem gemeinsamen Knochenwall umgeben (Gattungsmerkmal). Alveole 3 enthält ebenfalls einen Wurzelstumpf. Alveole 4 der Länge nach aufgebrochen, leer, sehr tief in den Kiefer hineinreichend. Lingual vom unteren Ende der 4. Alveole blickt man in den schräg aufgebrochenen Canalis alveolaris inf., der sich bis zum vorderen Ende des Fragmentes sondieren läßt, wo er als feine Öffnung lingual neben dem tiefsten Grund der aufgebrochenen 1. Alveole zu sehen ist. Ein Längskanal im Sinne von LUDWIG's Kanal γ ist nicht erkennbar.

Die Länge der Symphyse kann nicht gemessen werden, weil sowohl am vorderen als auch am hinteren Ende eine Beschädigung besteht. Der Symphysenwert läßt sich infolgedessen nicht bestimmen. Größte Höhe der Symphyse 15,6 mm, etwas größer (um 1,6 mm) als bei Dentale-Fragment 1. Größte Breite der Symphyse 15,6 mm, fast gleich. Dentale-Fragment 2 stimmt also in der Größenordnung ungefähr mit Dentale-Fragment 1 überein.

Dentale-Fragment 3 (Inv.-Nr. 1959 II 419)

Das kleine dunkelbraune Fundstück (größte Länge ca. 20,9 mm) wurde im Jahr 1970 an der Grabungsstelle Ost im Planquadrat 11-L, 115 cm über der Null-Linie (Schicht C) ausgegraben. Symphysen-Fragment einer rechten Mandibel mit den Alveolen 1—5 (alle leer). Alveole 1 breit aufgebrochen. Es fehlt die vordere und mesiale Wand, auch am tiefsten Grund der Alveole eine Zerstörung. Alveole 2 ohne Besonderheit. Alveole 3 und 4 eng zusammengerückt, von einem gemeinsamen Knochenwall umgeben (Gattungsmerkmal). Alveole 5 durch die hintere Bruchfläche des Fundstückes der Länge nach unregelmäßig aufgebrochen. Wenn man die hintere

Bruchfläche unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung (12,5x) betrachtet, sieht man, daß die Knochensubstanz von zahlreichen Kanälen verschiedenen Kalibers durchsetzt ist. Der am weitesten lingual-unten gelegene Kanal (Querschnitt oval, größter Durchmesser ca. 1,2 mm) ist der Canalis alveolaris inf., der sich mit einer feinen Sonde bis zum vorderen Ende des Fragmentes sondieren läßt.

Die Länge der Symphyse kann wegen einer Beschädigung am vorderen Ende nicht exakt gemessen werden, sie beträgt schätzungsweise etwa 18—19 mm. Größte Höhe der Symphyse ca. 8,2 mm. Aus diesen Werten errechnet sich ein geschätzter Symphysenwert von etwa 220—230 %, der auch zu *D. gracilis* (nach Berg rund 210 bis 230 %) paßt. Größte Breite der Symphyse ca. 9,9 mm. Das Fundstück stammt von einem kleineren Tier, für das sich, ähnliche Schädel-Proportionen wie bei *D. gracilis* vorausgesetzt, eine geschätzte mediane Schädellänge von etwa 120 bis 130 mm und eine geschätzte Gesamtlänge von weniger als 1 m (ca. 85—90 cm) errechnet.

Die Einzelzähne (Inv.-Nr. 1959 II 427—435)

Es sind 96 Einzelzähne vorhanden, fast nur Kronen; ein einziges Mal kommt eine Krone mit einem Teil der Wurzel vor (Inv.-Nr. 1959 II 427). Die ganz überwiegende Mehrzahl ist im Laufe des Zahnwechsels abgestoßen worden, einige sind sichtlich abgebrochen. Die Größe der Zahnkronen reicht von sehr klein (minimal 3,7 mm lang, Inv.-Nr. 1959 II 428) bis groß (maximal 20,5 mm lang, Inv-.Nr. 1959 II 429).

Die Kronen sind teils spitzkonisch schlank, teils weniger spitz bis ausgesprochen stumpfkonisch, leicht nach lingual gebogen, mesial und distal mit einer glatten Kante versehen, im Querschnitt oval, auch rund, vereinzelt bei starken Zähnen Querdurchmesser größer als der Längsdurchmesser. Farbe vorwiegend dunkelbraun. Bei Lupenvergrößerung sieht man, daß nur ein kleinerer Teil der Zähne einwandfrei glatt ist, wobei man von den sekundär entstandenen Längsrissen im Schmelz absehen muß. Es kommt eine feine Längsfurchung (z. B. Inv.-Nr. 1959 II 430 und 431) und eine feinste Runzelung (Inv.-Nr. 1959 II 427) vor, beide auch kombiniert, in verschiedenen Graden der Ausbildung, mehr oder weniger ausgedehnt, beiderseits annähernd gleich oder meist lingual deutlicher als labial oder auch nur auf der lingualen Seite, während die labiale Seite glatt ist.

Inwieweit diese Skulptierung der *Diplocynodon*-Zahnkronen eine spezifisch-systematische Bedeutung hat, läßt sich an Hand von Einzelzähnen nicht beurteilen. Berg (1967) nimmt beim aquitanen *Diplocynodon* des Mainzer Beckens eine intraspezifische Variation einer sonst glattkronigen Art an.

Es gibt eine Anzahl von Zahnkronen, die viel größer sind als die Zähne von Dentale-Fragment 1 und die große Mehrzahl der Einzelzähne. Im folgenden werden einige Beispiele dafür angeführt:

Zahn Inv.-Nr. 1959 II 429 (aus Planquadrat 13-N, Schicht C): spitzkonisch, glatt, 20,5 mm lang; Längsdurchmesser der Kronenbasis 8,5 mm; Querdurchmesser nicht meßbar, weil größerer Defekt an der lingualen Seite der Basis.

Zahn Inv.-Nr. 1959 II 432 (aus Planquadrat 13-M, Schicht C): spitzkonisch, glatt, 19,3 mm lang; Längs- und Querdurchmesser der Kronenbasis 6,7 mm, Querschnitt der Basis rund.

Zahn Inv.-Nr. 1959 II 433 (aus Planquadrat 6-K, Schicht D): spitzkonisch, glatt, 18,6 mm lang; Längsdurchmesser der Kronenbasis 7,1 mm, Querdurchmesser 7,2 mm, Querschnitt der Basis rund.

Zahn Inv.-Nr. 1959 II 434 (aus Planquadrat 12-N, Schicht C-D): mittelkonisch, am äußersten Ende lingual und labial etwas gerunzelt, sonst glatt, 17,5 mm lang; Längsdurchmesser der Kronenbasis 9,5 mm, Querdurchmesser 8,9 mm, Querschnitt der Basis kurz-oval.

Diese großen Zahnkronen müssen von viel größeren Tieren stammen als Dentale-Fragment 1. Sie passen in der Größe zu einem noch nicht publizierten, linken vorderen Dentale-Fragment von *Diplocynodon* sp., das aus der Grube der Südchemie-AG in Attenhausen (Obere Süßwasser-Molasse, Hangendes der Weißerde, ca. 11 km WNW Landshut/Niederbayern und 16,7 km OSO Sandelzhausen/Niederbayern) stammt und als Abguß in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München unter der Inventar-Nr. 1965 I 263 aufbewahrt wird. Aus diesem Dentale-Fragment (99 mm lang, Alveole 1—9, die 8. Alveole die kleinste, auffallender Interdentalraum hinter der 7. und 8. Alveole, Symphysenwert geschätzt ca. 230 %, Unterkieferwert geschätzt ca. 25 %) errechnet sich eine mediane Schädellänge von schätzungsweise etwa 360 mm und eine Gesamtlänge des Tieres von schätzungsweise etwa 2,5 m. Für *Diplocynodon* sp. von Sandelzhausen sind demnach durch die großen Zahnkronen auch große Tiere belegt.

Auf das Vorkommen von sehr großen Crocodiliern in der Oberen Süßwasser-Molasse von Bayern hat schon der große Zahn von Stätzling NE Augsburg, 7 cm lang und an der Basis 3 cm breit (Krone und ein Teil der Wurzel), auf den Roger 1902 *„Crocodilus anchitherii"* gegründet hat, und die ähnlich große, noch plumpere Zahnkrone vom rechten Isar-Ufer bei Unterföhring unterhalb München (Stromer 1940) hingewiesen, beide nicht näher bestimmbar, inzwischen dem Krieg zum Opfer gefallen, aber durch Abbildungen festgehalten.

Schlußfolgerungen

Die Krokodilreste von Sandelzhausen sind so fragmentarisch, daß sich eine sichere Artbestimmung nicht ausführen läßt. Dentale-Fragment 1 wird als *Diplocynodon* cf. *gracilis* Vaillant 1872 bestimmt. An diesem Fundstück werden die längs verlaufenden Kanäle im Unterkiefer dargestellt. In einer Rekonstruktion wird die schmale Form der vorderen Partie des Unterkiefers anschaulich gemacht. Die kleinen Dentale-Fragmente 2 und 3 sind für eine Species-Bestimmung nicht geeignet und werden als *Diplocynodon* sp. aufgeführt. Über die spezifisch-systematische Bedeutung der skulptierten *Diplocynodon*-Zahnkronen, die sich in größerer Zahl unter den Einzelzähnen finden, läßt sich keine Aussage machen.

Unter dem Material von Sandelzhausen heben sich 3 verschiedene Größen (Altersstufen) heraus: 1. ein kleineres Tier von weniger als 1 m Länge, belegt durch Dentale-Fragment 3; 2. mittelgroße Tiere von etwa 1,5—1,6 m Länge, belegt durch Dentale-Fragment 1 und 2; 3. große Tiere von etwa 2,5 m Länge, die nur durch die großen Zahnkronen belegt sind.

In ökologischer Hinsicht erfordert das Vorkommen von Krokodilen eine größere Wasseransammlung, sei es stehendes oder fließendes Wasser, in einem warmen Klima.

Literatur

Berg, D. E.: Krokodile als Klimazeugen. — Geol. Rdsch., **54**, 328—333, 1 Abb., Stuttgart 1964 (ausgegeben 1965).

Berg, D. E.: Die Krokodile, insbesondere *Asiatosuchus* und aff. *Sebecus?*, aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen. — Abh. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **52**, 105 S., 11 Abb., 6 Taf., Wiesbaden 1966.

Berg, D. E.: Aquitane Krokodile vom „Hessler" (Wiesbaden-Biebrich) und anderen rheinhessischen Fossilfundstellen. — Mz. Naturw. Arch., **5/6**, 186—193, Mainz 1967.

Berg, D. E.: Oligozäne Vertreter der alligatorinen Krokodilgattung *Diplocynodon*. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **60**, 25—30, 2 Taf., Wiesbaden 1971.

Fahlbusch, V. & Gall, H.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdekkung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 9 Abb., 1 Taf., München 1970.

Fahlbusch, V., Gall, H. & Schmidt-Kittler, N.: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. **1972**, 6, 331—343, 1 Abb., Stuttgart 1972.

Gaupp, E.: Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere. 2. Die Zusammensetzung des Unterkiefers der Quadrupeden. — Anat. Anz., **39**, 433—473, 24 Abb., Jena 1911.

Jehenne, Y.: Etude de restes de Crocodiliens stampiens du Bassin d'Aquitaine. — Bull. Sci. de la terre de l'Univ. Poitiers, **11**, 1—11, 4 Abb., 4 Taf., Poitiers 1970.

Kuhn, O.: Crocodilier- und Squamatenreste aus dem oberen Paleozän von Walbeck. — Zbl. Min. etc., **1940**, Abt. B, 21—25, 5 Abb., Stuttgart 1940.

Ludwig, R.: Fossile Crocodiliden aus der Tertiärformation des Mainzer Beckens. — Palaeontographica, Suppl. **3**, 1—52, 16 Taf., Cassel 1877.

Meyer, H. v.: *Crocodilus Bütikonensis* aus der Süßwassermolasse von Bütikon in der Schweiz. — Palaeontographica, **4**, 3, 67—71, Taf. 12, Cassel 1855.

Roger, O.: Wirbelthierreste aus dem Dinotheriensande der bayerisch-schwäbischen Hochebene. 1. Theil. — Ber. naturw. Ver. Schwaben u. Neuburg, **33**, 1—46, Taf. 1—3, Augsburg 1898.

Roger, O.: Wirbelthierreste aus dem Obermiozän der bayerisch-schwäbischen Hochebene. 4. Theil. — Ber. naturw. Ver. Schwaben u. Neuburg, **35**, 1—63, Taf. 1—3, Augsburg 1902.

Roger, O.: Ein fossiles Krokodil von Dechbetten bei Regensburg. — Ber. naturw. Ver. Regensburg, **12** (1907—1909), 160—167, Regensburg 1910.

Stromer, E.: Die jungtertiäre Fauna des Flinzes und des Schweißsandes von München. Nachträge und Berichtigungen. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math. nat. Kl., N. F., **48**, 1—102, 2 Abb., 3 Taf., München 1940.

Vaillant, L.: Etude zoologique sur les Crocodiliens fossiles tertiaires de Saint-Gérand le Puy. — Ann. Sci. géol., **3**, 1, 58 S., 5 Taf., Paris 1872.

Ausführliche Literaturangaben finden sich bei Berg 1966.

Tafelerklärung

Tafel 4

Diplocynodon cf. *gracilis* Vaillant 1872

Dentale-Fragment 1 (1959 II 417); Obermiozän, Obere Süßwasser-Molasse, Sandelzhausen SE Mainburg, Niederbayern.

Fig. 1: Ansicht von labial. — Fig 2: Ansicht von lingual. — Fig. 3: Ansicht von dorsal. — Natürliche Größe.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 115—139 | München, 15. 12. 1973

Dimyloides-Neufunde aus der oberoligozänen Spaltenfüllung „Ehrenstein 4" (Süddeutschland) und die systematische Stellung der Dimyliden (Insectivora, Mammalia)

Von Norbert Schmidt-Kittler[1])

mit 10 Abbildungen und Tafel 5

Zusammenfassung

Aus der oberoligozänen Spaltenfüllung „Ehrenstein 4" (Süddeutschland) wird *Dimyloides stehlini* Hürzeler anhand eines Schädelfragments, zweier Unterkieferreste und mehrerer Einzelzähne beschrieben. Sowohl an dem neuen Material als auch an älteren, bereits bekannten Funden werden Schädelmerkmale aufgezeigt, denen taxonomische Bedeutung zukommt. Sie betreffen insbesondere das Fehlen der Jochbögen, das weit nach vorn gerückte Ansatzfeld des Temporalismuskels und die Lage des Foramen lacrimale über dem Infraorbitalforamen. Gebißuntersuchungen führen außerdem zu einer Korrektur der Unterkieferzahnformel, indem der bisher als unterer Canin gedeutete Zahn als Prämolar interpretiert werden muß.

Trotz der unzweifelhaften Eigenständigkeit der Familie Dimylidae kommt ihr aufgrund der neuentdeckten Merkmale eine vermittelnde Rolle zwischen Talpiden und Soriciden zu, wobei die Entsprechungen zu den Talpiden gewichtiger sind. Die Existenz eines funktionellen Milchgebisses bei den Dimyliden wird, mangels Gemeinsamkeiten in den übrigen Punkten, nicht als Verwandtschaft zu den Erinaceiden angesehen. Entsprechend den neuen Merkmalen wird die Diagnose der Dimyliden erweitert und eine Einordnung der Familie in gegenwärtig vertretene Klassifikationssysteme der Insectivoren versucht.

Abstract

From the Upper Oligocene fissure filling „Ehrenstein 4" (Southern Germany) *Dimyloides stehlini* Hürzeler is described by the aid of a skull fragment, two mandible fragments, and several isolated teeth. Based on the new material as well as on already known specimens skull features can firsttime be demonstrated, which characters are of particular taxonomic value. These are especially the lack of zygomatic arch, the temporal muscle extending far to the front, and the lacrimal foramen just above the infraorbital foramen. Moreover the tooth formula of the

[1]) Dr. Norbert Schmidt-Kittler, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

mandible has to be corrected: The tooth formerly regarded as lower canine has to be interpreted as a premolar.

Inspite of the undoubtedly taxonomic independance of the Dimylidae the new discovered features show that they have an intermediate position between talpids and soricids, althought they have closer affinities to the talpids. Lacking affinities in other points the presence of a functional milk dentition in dimylids is not interpreted as relationship to the erinaceids. On the base of the new features, an extended diagnosis of the Dimylidae is given, and an integration of this family into present classifications is tried.

Inhalt

1. Einleitung 116
2. Das neue Material 117
2.1 Dimylidae Schlosser 1888, Dimylinae Wegner 1913
Dimyloides Hürzeler 1944, *Dimyloides stehlini* Hürzeler 1944 117
2.2 Zur taxonomischen Zuordnung der Funde 124
3. Die Merkmale der Dimyliden 125
3.1 Die Schädelmerkmale 125
3.2 Die Gebißmerkmale 130
3.2.1 Morphologische Vergleiche 130
3.2.2 Die Zahnformel des Unterkiefers 131
3.2.3 Das Milchgebiß 135
4. Erweiterung der Diagnose der Dimyliden 135
5. Zur systematischen Stellung der Dimyliden 135
Literatur 138

1. Einleitung

Das hier zur Beschreibung vorliegende Dimyliden-Material entstammt der im Jahr 1971 entdeckten, oberoligozänen Spaltenfüllung Ehrenstein 4. Sie hat eine artenreiche Fauna erbracht, die in zahlreichen Elementen gut mit der Tiervergesellschaftung von Coderet-Bransat übereinstimmt.

Den eigentlichen Anlaß zu einer eingehenderen Untersuchung gaben einzelne Merkmale, die an dem vollständigsten Beleg der Ehrensteiner Dimylidenfunde, einem gut erhaltenen Vorderschädel, nachweisbar waren. Und zwar vor allem deshalb, weil sie sich nicht mit den von neueren Autoren vermuteten engeren taxonomischen Beziehungen zwischen Dimyliden und Erinaceiden in Einklang bringen ließen. Nachdem die Nachforschungen auf Typen, Originale und Belege der Gattungen *Dimyloides, Exoedaenodus, Plesiodimylus, Cordylodon* und *Pseudocordylodon* ausgedehnt wurden, zeigte sich, daß die an den Ehrensteiner Funden zutage tretenden Merkmale fast ausnahmslos auch an bereits publiziertem Material erkennbar sind. Damit konnten die hier vorgelegten taxonomischen Ergebnisse auf eine relativ breite Basis gestellt werden.

Besonderer Dank gebührt in diesem Zusammenhang Herrn Dr. J. Hürzeler, welcher mir die im Naturhistorischen Museum in Basel befindlichen Dimylidenreste zum Vergleich zugänglich machte. Desgleichen bin ich Herrn Dr. B. Engesser für die zuvorkommende Unterstützung meiner Arbeiten an dem nämlichen Museum sehr zu Dank verpflichtet.

Bei der Beschreibung des neuen Materials wurde die von A. Müller (1967, Abb. 1—6) verwendete Terminologie der Zähne übernommen. Die einzige Abweichung betrifft die Bezeichnung des hinteren Innenhügels an den oberen Molaren (vgl. hierzu Punkt 3.2.1., S. 130). Sämtliche neuen Belege zu der vorliegenden Arbeit sind in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie unter der Hauptinventarnummer 1971 XXV aufbewahrt.

2. Das neue Material

2.1 Dimylidae Schlosser 1888
Dimylinae Wegner 1913
Dimyloides Hürzeler 1944
Dimyloides stehlini Hürzeler 1944

Vorderschädel (1971 XXV 96, Taf. 5, Fig. 1—3, Abb. 1a und 1b)

Der vollständigste Beleg ist ein Gesichtsschädel mit bis zur Mitte der Orbitaregion reichender Knochenerhaltung. Die Bezahnung ist vollständig, ausgenommen die Incisiven und die beiden rechten Molaren.

Relativ zur Querausdehnung der Frontale-Region ist die Schnauzenpartie sehr kräftig entwickelt. Ihre geringste Breite hat sie im Bereich der P^2 und P^3. Von dort aus verbreitert sie sich rasch zur Eckzahnregion hin. Davor verschmälert sie sich wiederum bis zur Nasenöffnung, wo ihre Kontur unvermittelt etwa in einem rechten Winkel in den etwas einwärts gebuchteten Nasenunterrand überleitet. Hinter der Einschnürung im P^2-P^3-Bereich divergieren die Maxillarränder gleichmäßig nach rückwärts. Auf der linken, vollständiger erhaltenen Seite des Schädelrests setzt sich dabei der Oberkiefer in gerader Erstreckung in den Processus maxillaris fort. Dieser endigt ein kurzes Stück hinter dem M^2 und ist an seinem freien Ende meißelförmig zugeschärft. Ein Jochbogen ist nicht ausgebildet.

Der Nasenrücken ist im Querschnitt gleichmäßig gerundet. Von der Seite betrachtet geht er in gerader Linie in den Stirnbereich über. Dahinter, also in der Orbitaregion, hat der zum Neurocranium überleitende Teil des Schädels walzenförmige Gestalt. Auf seinem Dach verläuft eine gut erkennbare Sagittalcrista, die sich nach vorn in zwei gleichmäßig gerundete Halbkreisbögen aufspaltet. Diese setzen sich auf jeder Seite bis in die das Infraorbitalforamen und das Foramen lacrimale trennende Knochenleiste fort. Die von den beiden Gratbögen und der Sagittalcrista begrenzten Areale bilden die Ansatzflächen des Temporalismuskels, der hiermit außerordentlich weit nach vorn auf den Stirnbereich gerückt ist.

Das Infraorbitalforamen ist ungefähr so groß wie bei den Soriciden und liegt über dem P^4. Unmittelbar über dem Foramen infraorbitale und ein klein wenig nach hinten versetzt öffnet sich das Foramen lacrimale. Es hat liegend reiskornförmige Gestalt.

Der zwischen dem Processus maxillaris und der Schädelseitenwand ausgespannte Orbitaboden ist horizontal gestellt und mündet trichterförmig in die hintere Öffnung des Infraorbitalkanals ein. An dem hintersten noch erhaltenen Teil des Orbitabodens, unmittelbar an seinem Übergang in die Schädelseitenwand, befindet sich das Foramen sphenopalatinum. Es bildet eine kreisrunde Öffnung und ist oberhalb des M^2 gelegen.

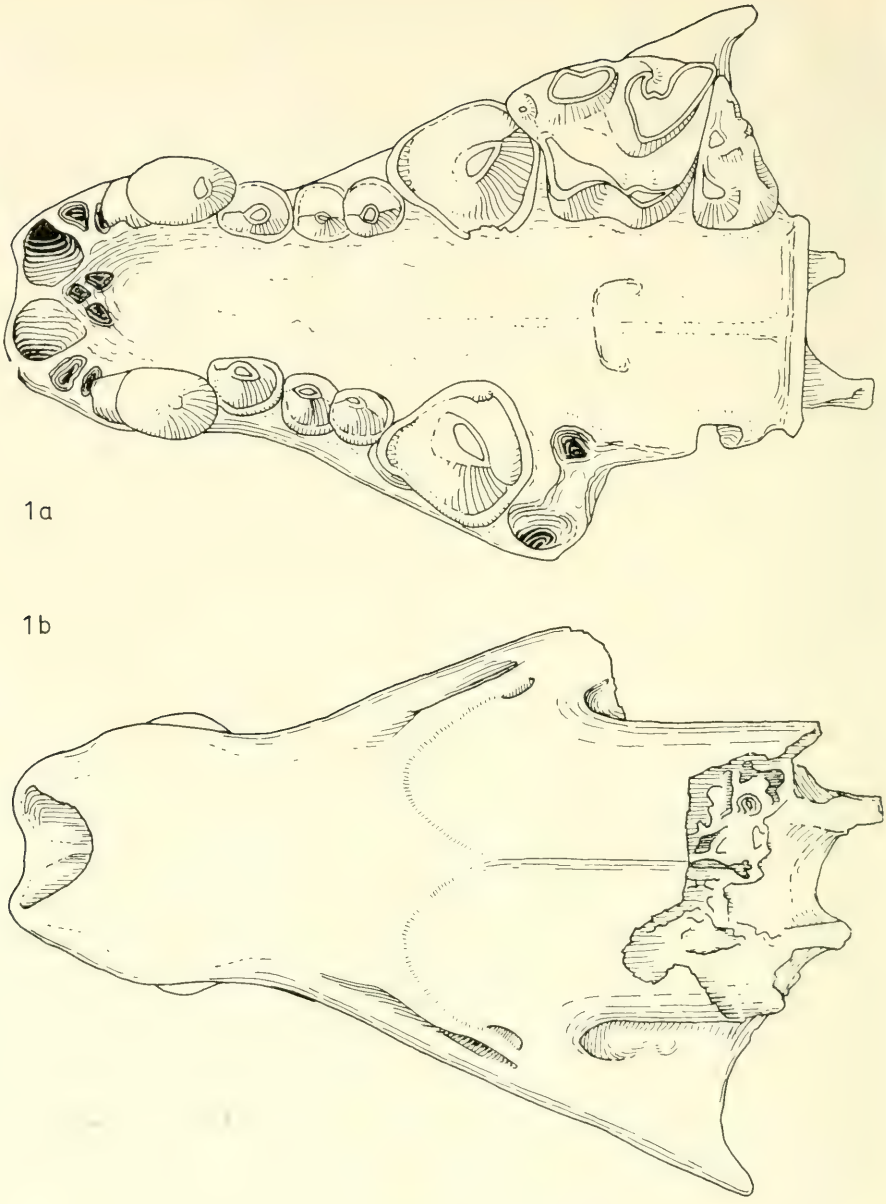


Abb. 1: Vorderschädel von *Dimyloides stehlini* HÜRZELER aus der oberoligozänen Spaltenfüllung Ehrenstein 4, 1971 XXV 96. 1a: von occlusal gesehen, 1b: von oben gesehen. Der Jochbogen ist nicht abgebrochen, sondern fehlt primär. 8-fach vergrößert.

Der Hinterrand des Gaumendachs liegt unmittelbar hinter dem zweiten Molar und wird durch eine transversal verlaufende, kräftige Leiste verstärkt. Die Seitenwände der Choanenöffnung sind durch zwei nach hinten ragende Knochenzapfen gerade noch andeutungsweise erhalten. Die Gaumenplatte ist in Längsrichtung ein wenig nach oben, das heißt, zum Nasenrücken hin durchgebogen. Ungefähr im Bereich der P^4 ist sie am höchsten aufgewölbt und fällt dann zum Choanenrand deutlich ab. Diese Erscheinung findet in der ebenfalls ein wenig nach hinten unten abfallenden M^1-M^2-Region und auch in dem nach rückwärts etwas herabgezogenen Maxillarfortsatz ihre Entsprechung. Vor den Caninen fällt das Gaumendach ebenfalls etwas ab, so daß die Alveolen der Schneidezähne nicht mit den Prämolarenalveolen in einer Ebene liegen. Am weitesten ragt die zwischen den beiden I^1 befindlichen Knochenwand aus der Ebene der Gaumenplatte heraus.

Das Intermaxillare hat unmittelbar hinter den beiden ersten Schneidezähnen drei kleine Öffnungen. Die vorderste davon liegt auf der Gaumenmittellinie. Die beiden anderen befinden sich dicht dahinter und sind paarig angeordnet. Sie entsprechen den Foramina incisiva. In Höhe der Mitte des M^1 sind zwei kleine Öffnungen zu erkennen, die den Foramina paltina majores entsprechen.

M^1: Dieser Zahn ist nur auf der linken Kieferseite erhalten. In seinem Umriß gleicht er *Dimyloides stehlini*. Die bereits weit fortgeschrittene Abkauung hat zahlreiche morphologische Details ausgemerzt, doch stimmt der Zahn in der noch erkennbaren Proportionierung der vier Haupthügel und der Gestalt der Vorder- und Hintersenke gut mit *Dimyloides stehlini* überein. Lediglich die relativ wohlerhaltene Parastylregion der Krone läßt noch Besonderheiten erkennen: Die Parastylknospe sendet in lingualer Richtung einen kurzen, niedrigen Grat aus. Dieser nimmt nicht, wie das bei *Dimyloides stehlini* der Fall ist, Verbindung mit der vom Protocon herkommenden Buccalkante auf, sondern endigt blind. Der Buccalgrat des Protoconus setzt sich seinerseits in ein Vordercingulum fort, welches bis vor die Vorderseite des Parastyls zieht. Dort, wo sich die Protoconkante und das Vordercingulum treffen, bilden sie einen einspringenden Knick.

M^2: Die Metastylhöcker des Zahnes und ein Teil der Hinterwand sind nicht erhalten. Die Krone zeigt den gleichen Abkauungsgrad wie der zuvor beschriebene M^1. Auch für den zweiten Molar ist weitgehende Übereinstimmung im Umriß und Zuschnitt der Höcker mit *Dimyloides stehlini* zu konstatieren. Details sind lediglich im Bereich des hinteren Innenhöckers und des Metaconus, die beide von der Usur verschont geblieben sind, sichtbar: Der Metaconus bildet keinen eigentlichen Höker, sondern einen schwach gewinkelten Schmelzkamm. Der hintere Innenhügel hat die Gestalt eines niedrigen, vom Metacon durch eine Einkerbung gut abgesetzten kegelförmigen Höckers. Auf seinem Vorderabhang ist eine längsgerichtete Kante angedeutet. Sie tritt mit dem schwachen Innencingulum in Verbindung, welches das zwischen Protocon einerseits und dem Metacon und hinteren Innenhügel andrerseits gelegene Quertal nach lingual abschließt.

P^4: Er ist flach kegelförmig und hat einen dreiseitigen, gut gerundeten Umriß. Die Ecken befinden sich an der Vorder-, Hinter- und Lingualseite der Krone. Um den ganzen Zahn läuft ein geschlossenes, schmales Cingulum. Von den drei Ecken ist die hintere weitaus am stärksten abgestumpft. Die vordere und linguale Ecke sind dadurch zu charakterisieren, daß das Cingulum an diesen Stellen lobusartig ausgebaucht ist. Während die Lingualecke eine schwach angedeutete Innenknospe trägt, entspricht der vorderen Ecke lediglich ein flacher, dem Vorderabhang des

Hauptkegels vorgelagerter Absatz. Der massige Haupthöcker selbst ist mit einer schmalen Hinterkante versehen. Dort, wo diese das Basalcingulum erreicht, zeigt die Hinterecke der Krone einen schwachen Knick.

P^3: Der Zahn ist im Verhältnis zum P^4 sehr klein und niedrig. Sein Umriß ist annähernd kreisrund. Um die Krone läuft ein Cingulum, das nur auf ihrer Vorderseite weitgehend verwischt ist. Der niedrige, kegelförmige Höcker des Zahnes besitzt je eine schwach ausgeprägte Vorder- und Hinterkante. Der vordere Teil der Krone ist etwas hochgezogen, so daß diese das Hinterende des vorderen Nachbarn ein wenig dachziegelartig überlappt. Der Zahn hat eine einzige, sehr kräftige Wurzel.

P^2: Er gleicht in Größe und Ausbildung ganz dem P^3.

P^1: Der erste Prämolar ist ebenso breit wie der P^2 und P^3, aber diesen gegenüber merklich verlängert. Sein einziger, kegelförmiger Höcker ist außerdem etwas höher und mit ein wenig kräftigeren Vorder- und Hinterkanten versehen. Wie bei den P^2 und P^3 läuft um die Krone ein Basalcingulum, das aber auf der Vorderseite nicht fehlt, sondern nur etwas schwächer entwickelt ist. Der Zahn hat zwei hintereinander sitzende, leicht abgespreizte Wurzeln. Sie sind in Längsrichtung des Kiefers ein wenig zusammengedrückt.

C sup.: Der Canin ist sehr massiv und hat eiförmige Kontur. Seine Hinterflanke ist dabei stärker gerundet als die Vorderseite und zudem mit einer Längskante versehen. Die Krone erreicht, wenn man die Abkauung mit in Rechnung stellt, den P^4 an Höhe. Soweit der etwas korrodierte Schmelz noch erkennen läßt, besitzt der Zahn lediglich ein Schlußcingulum und ein sehr unscheinbares Vordercingulum. Die Krone ist mit zwei kräftigen, stark divergierenden Wurzeln im Kiefer verankert, wobei die hintere senkrecht eingepflanzt ist, die vordere dagegen weit nach vorn greift.

Die Incisiven sind nur durch ihre Alveolen repräsentiert. Bei dem I^3 muß es sich, der Alveole nach zu schließen, um einen winzigen stiftförmigen Zahn handeln, der auf Kosten der Ausdehnung der Vorderwurzel des Eckzahns eine beträchtliche Reduktion erfahren hat. Der I^2 entspricht in seiner Größe dem zweiten Schneidezahn von *Exoedaenodus schaubi* HÜRZELER. Die beiden ersten Incisiven sind wie bei *Exoedaenodus* vergrößert, aber noch mehr zur Kiefermittellinie hin zusammengeneigt.

Rechtes Oberkieferfragment (1971 XXV 95)

Dieses Belegstück zeigt Teile des Maxillare, Intermaxillare und der Orbitaregion in Knochenerhaltung. Der Kiefer besitzt noch P^4-M^2 und den Eckzahn. Die übrigen Prämolaren und die Schneidezähne sind durch die Alveolen repräsentiert.

Die Hinterränder des Infraorbitalforamen und des Foramen lacrimale befinden sich genau über der Hinterwurzel des P^4. Anders als bei dem zuvor beschriebenen Gesichtsschädel besitzt der Processus maxillaris über dem M^1 eine deutliche Längsdepression. Sein Hinterende ist abgebrochen. Vom Foramen lacrimale führt der Canalis nasolacrimalis in horizontaler Richtung an der Innenwand des Maxillare nach vorn und mündet etwa über dem Vorderrand des P^3 in die Nasenhöhle.

M^1: Er ist besser erhalten als der erste Molar des auf S. 117 beschriebenen Schädelrests. Das Parastyl ist mit dem Protoconus über einen geschlossenen Grat, der zugleich die vordere Begrenzung der Krone bildet, verbunden. Dahinter ist auf der Lingualseite des Parastyls noch ein weiterer, allerdings sehr kurzer Transversal-

grat entwickelt. Der hintere Innenhügel läßt keine Tendenz zur Höckerspaltung erkennen.

M^2: Er gleicht dem M^2 von *Dimyloides stehlini,* hat aber hinter dem Paracon kein Außencingulum. Die Mesostylknospen sind nicht sehr hoch. Der Metaconus ist mehr höckerartig als gratförmig gestaltet. Der kleine hintere Innenhügel lehnt sich eng an die Lingualflanke des Metaconus an.

P^4: Die vordere und linguale Ecke dieses Zahnes sind noch stärker betont als am P^4 des anfangs beschriebenen Schädelfragments. Die Innenecke trägt ein kegelförmiges Höckerchen. An der Vorderecke ist das Basalcingulum ein wenig hochgezogen. Zwischen diesem und der Basis der Haupthügelvorderflanke verläuft ein kurzer Längsgrat.

C sup.: Er gleicht dem auf S. 120 charakterisierten Canin in allen Punkten.

Die Alveolen von P^2 und P^3 lassen Eigenschaften der Wurzeln erkennen, die an dem Gesichtsschädel der Beobachtung entzogen sind: Bei beiden verläuft auf der lingualen Alveolenwand eine kräftige Vertikalrippe. Sie ist an der P^2-Alveole noch stärker ausgebildet als beim P^3 und zeugt von einer Tendenz der Wurzelspaltung.

Die Alveole des I^3 erreicht nahezu die Größe der I^2-Alveole.

Linker Unterkieferrest mit M_2 (1971 XXV 90)

Der Unterkieferkörper ist vom Ansatz des aufsteigenden Kieferasts bis zum Mentalforamen, das sich unter den M_1-Alveolen befindet, erhalten. Der M_2 hat relativ zu dem nur durch Einzelzähne belegten M_1 etwa die gleiche Größe wie der letzte Backenzahn von *Dimyloides stehlini* und *Exoedaenodus schaubi,* ist aber plumper. Das Talonid des vorliegenden Zahnes ist im Vergleich zu den genannten Arten noch etwas mehr verkleinert. Es wird durch eine weniger tiefe Furche vom Trigonid getrennt. In der kräftigen Ausbildung des Vordercingulums herrscht Übereinstimmung. Dagegen fehlt bei dem M_2 von Ehrenstein 4 jede Andeutung eines Schlußcingulums und einer Innenknospe an dessen lingualem Ende.

M_1 (1971 XXV 86, 87, 88, 89)

Hierzu liegen vier Einzelzähne vor, die in nur geringer Abwandlung die gleichen Merkmale zeigen und alle in den Variationsbereich von *Dimyloides stehlini* und *Exoedaenodus schaubi* fallen. Eine geringe Verschiedenheit liegt lediglich darin, daß alle vier M_1 von Ehrenstein 4 eine gut erkennbare, wenn auch kurze, auf das Protoconid gerichtete Paraconidhinterkante besitzen, ein Merkmal, das bei den beiden erwähnten Arten nur gelegentlich auftritt.

Linker Unterkiefer mit P_4 und P_1 (1971 XXV 94, Abb. 2a—c)

An dem Unterkieferrest sind der erste und vierte Prämolar, sowie die Alveolen der P_2 und P_3 des Eckzahns und der Incisiven erhalten.

P_4: Dieser Zahn hat einen nahezu rechteckigen Umriß, wobei nur die hintere Innenecke einen relativ scharfen rechten Winkel beschreibt und die übrigen Ecken gut gerundet sind. Innen- und Hinterrand der Krone sind gerade gestreckt, Vorder- und Außenseite dagegen ganz leicht nach außen gekrümmt. Die Spitze des einzigen, aber sehr massiven Höckers sitzt etwas vor der Kronenmitte und ist ganz an die Lingualwand gerückt. Der vordere und der buccale Abhang des Höckers sind gleichmäßig gewölbt. Der Hinterabhang fällt dagegen in seiner oberen Hälfte steil ab um dann, immer flacher werdend, auszulaufen. Rings um die Krone verläuft ein fast ge-

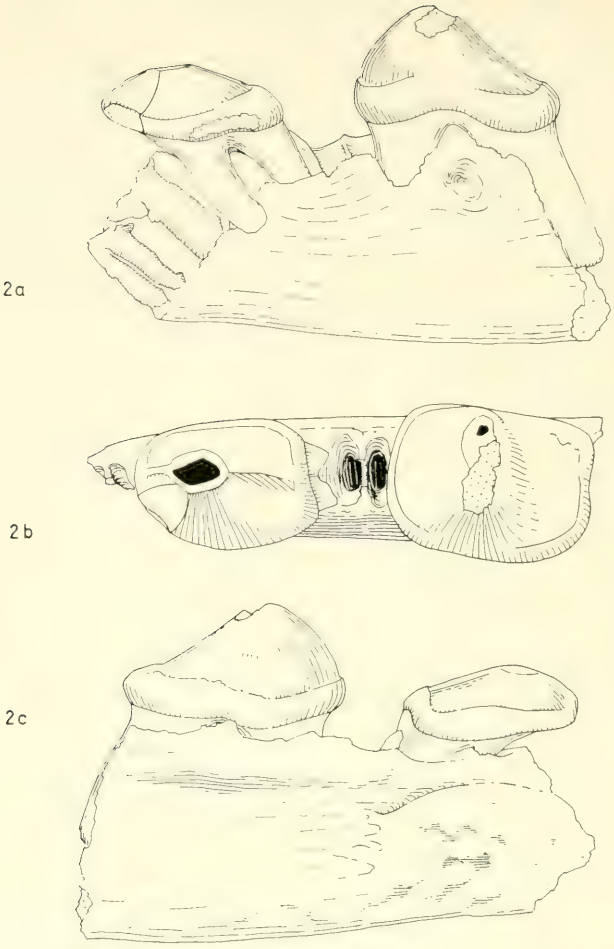


Abb. 2: Linkes Unterkieferfragment von *Dimyloides stehlini* aus Ehrenstein 4 mit P_1 und P_4 und den Alveolen von P_2, P_3, C und den beiden Incisiven, 1971 XXV 94. 2a: von buccal, 2b: von occlusal, 2c: von lingual gesehen. 15-fach vergrößert.

schlossenes Basalcingulum. Auf der Vorder- und Lingualwand ist es sehr schmal, am Hinterrand dagegen relativ breit. Auf der Buccalseite der Krone fehlt es weitgehend. Der Zahn besitzt zwei kräftige Wurzeln, wovon die vordere senkrecht eingepflanzt und die rückwärtige etwas nach hinten abgespreizt ist. Insgesamt ist der P_4 des vorliegenden Unterkieferstücks robuster als der entsprechende Zahn bei *Dimylioides stehlini*.

Vor dem P_4 folgen zwei dicht gedrängte, in Längsrichtung stark zusammengedrückte Alveolen für den P_3 und P_2. Sie sind nur durch eine hauchdünne, zum größten Teil herausgebrochene Knochenlamelle von einander getrennt. Grundsätz-

lich wäre nicht auszuschließen, daß die beiden Alveolen einem zweiwurzeligen Zahn angehören. Die Entsprechungen zu *Dimyloides* und *Exoedaenodus* in den anderen Punkten sind aber so lückenlos, daß diese Möglichkeit nicht weiter diskutiert werden braucht.

P_1: Vor den beiden erwähnten Alveolen sitzt ein kräftiger, zweiwurzeliger Zahn, der bisher stets als Eckzahn interpretiert wurde (Hürzeler 1944, S. 13), bei dem es sich aber in Wirklichkeit um den P_1 handeln muß (vgl. die Ausführungen auf S. 131).

Der Zahnumriß ist einem Oval vergleichbar, dessen Hinterseite gerade abgestutzt ist. Der einzige Höcker des Zahnes ist sehr niedrig, auch wenn man die Abkauung mit in Rechnung stellt. Er sitzt dem Vorderende der Krone genähert und bildet den Ausgangspunkt je eines schwachen vorderen und hinteren Längsgrates. Um den Zahn läuft ein geschlossenes Cingulum, das auf der Hinterseite relativ breit, im übrigen aber ziemlich schmal ist. Die Zahnkrone ragt fast um den halben Betrag ihrer Gesamtlänge über die Vorderwurzel hinaus.

Vor dem P_1 folgen drei halbseitig erhaltene Alveolen. Die unmittelbar vor dem ersten Prämolar befindliche von ihnen ist in Längsrichtung zusammengedrückt und mit 0,5 mm Länge und 0,7 mm Breite relativ groß. Es muß sich um die Eckzahnalveole handeln. Die beiden weiter vorn folgenden Alveolen sind ebenfalls ein wenig in Längsrichtung komprimiert und entsprechen zwei Schneidezähnen. Ein dritter war offenbar nicht vorhanden.

C inf. sin (1971 XXV 93)

Dieser Zahn gleicht dem von Hürzeler (1944, Abb. 26) als I_3 bezeichneten Exemplar weitgehend. Die Krone ist noch etwas mehr in die Länge gezogen als dies auf Hürzelers Abbildung zu sehen ist. Auf der Spitze und der die Krone abschließenden Vorderkante sind zwei Abkauungsfacetten erkennbar.

Tabelle 1: Die Maße von *Dimyloides stehlini* Hürzeler aus Ehrenstein 4 (gemessen in mm).

	Inventar-Nr.	Breite	Länge
M^1dex	1971 XXV 81	2,5	3,35
M^1sin	82	2,45	3,3
P^4dex	83	2,0	2,05
P^4dex	84	1,8	1,85
C sup. sin	85	1,15	1,65
M_1sin	86	1,85	2,3
M_1dex	87	2,0	2,6
M_1sin	88	2,05	2,65
M_1dex	89	1,95	2,5
M_2sin	90	2,25	2,05
P_1sin	91	1,25	1,7
P_1sin	92	1,3	1,75
C inf. sin	93	1,05	1,55
linker Unterkiefer mit P_4 und P_1	94		
P_4		1,5	2,1
P_1		1,3	1,75
Länge P_1-P_4			4,6

	Inventar-Nr.	Breite		Länge
rechter Oberkiefer				
mit P^4-M^2 und C	1971 XXV 95			
M^2		2,3		1,3
M^1		2,45		3,4
P^4		1,95		2,05
C sup.		1,0		1,55
Länge M^2-C				9,8
Vorderschädel	96			
M^2sin		2,35		1,4
M^1sin		2,6		3,4
P^4sin		2,1		2,35
P^3sin		0,9		0,9
P^2sin		0,9		0,85
P^1sin		0,9		1,15
C sup. sin		1,05		1,55
P^4dex		2,05		2,3
P^3dex		0,95		0,95
P^2dex		0,9		0,9
P^1dex		0,9		1,15
C sup. dex		1,0		1,6
Länge M^2 sin-C sup. sin				10,3
Länge des Gaumendachs vom Vorderrand der Schneidezahnalveolen bis zur Choanenöffnung				12,4
Breite der Schnauze über den Eckzähnen		4,1		
Breite der Schnauze über den P^2		3,7		
Höhe der Schnaunze über den P^3			3,0	
Breite des Gehirnschädels in der Orbitaregion (hinter dem Infraorbitalkanal)		4,7		

2.2 Zur taxonomischen Zuordnung der Funde

Das beschriebene Material von Ehrenstein 4 schließt sich sowohl in den Abmessungen als auch in der kräftigen Entwicklung der oberen und unteren vierten Prämolaren, der deutlichen Exoedaenodontie des M_1 und dem Fehlen eines rudimentären M_3 eng an *Dimyloides stehlini* Hürzeler an. In der Ausbildung der Unterkieferprämolaren zeigen sich dieser Art gegenüber jedoch Unterschiede: So ist der P_4 des von Ehrenstein 4 belegten Mandibelstücks (Abb. 2a—c) merklich kräftiger als der entsprechende Zahn des Holotypus von Boudry Damit in Zusammenhang stehend sind die P_2 und P_3 enger aneinandergedrängt.

Diese Abweichungen sind Ausdruck einer noch etwas weiter gehenden „dimyliden" Spezialisierung als sie bei dem Unterkiefer von *Dimyloides stehlini* aus Boudry zu beobachten ist und insofern gradueller Natur. Da diese Unterschiede zwischen Boudry und Ehrenstein 4 aber für beide Fundpunkte nur an je einem einzigen Unterkiefer belegt sind, ist nicht auszumachen, ob sie die natürliche Variabilität überschreiten, und es sich damit um echte Populationsunterschiede handelt oder nicht. Im ersten Fall wäre die Abtrennung einer eigenen Unterart gerechtfertigt. Bis zu einer Klärung durch weiteres Material wird jedoch der zweite Fall als der wahrscheinlichere angenommen, weshalb die Ehrensteiner Funde hier als *Dimyloides stehlini* bestimmt werden.

3. Die Merkmale der Dimyliden

3.1 Schädelmerkmale

3.1.1 Postorbitalschädel

Informationen über die Ausbildung des postorbitalen Schädelteils sind nur von dem Schädelfragment von Ehrenstein 4 zu erhalten und betreffen auch an diesem nur den allervordersten Bereich (etwa bis zur Grenze Frontale-Parietale). Dieser Schädelabschnitt war primär etwas vollständiger erhalten als Taf. 5, Fig. 1—3 zeigen. Das ist aus den Zeichnungen Abb. 1a u. b ersichtlich, die noch vor der notwendigen Präparation des Schädels angefertigt wurden.

Der postorbitale Schädelabschnitt hat parallele Seitenwände und ist insgesamt röhrenförmig gestaltet. Dieses Merkmal findet sich innerhalb der Insectivoren bei verschiedenen Gruppen, wie den Tenreciden, Soriciden, Talpiden, Nesophontiden, ist aber den Erinaceiden fremd. Eine postorbitale Einschnürung ist an dem Schädelrest von Ehrenstein 4 nicht sichtbar. Damit zeigen die Dimyliden auch in diesem Punkt Entsprechungen zu den genannten Gruppen mit Ausnahme der Erinaceiden. Bei den letzteren ist außerdem in einigen Gattungen ein Postorbitalfortsatz schwach ausgeprägt. Saban (1958) und Butler (1956, S. 474 f) hielten diese Merkmale für so bedeutend, daß sie sie zur Charakterisierung der Erinaceomorpha gegenüber den Soricomorpha mit heranzogen.

3.1.2 Gesichtsschädel

Wie der Holotyp von *Plesiodimylus chantrei* Gaillard (Gaillard 1899, Abb. 21, A. Müller 1967, Abb. 9), der Gesichtsschädel von *Pseudocordylodon vireti* Hürzeler (Orig. Hürzeler 1944, Abb. 36) und der vorliegende Schädelrest von

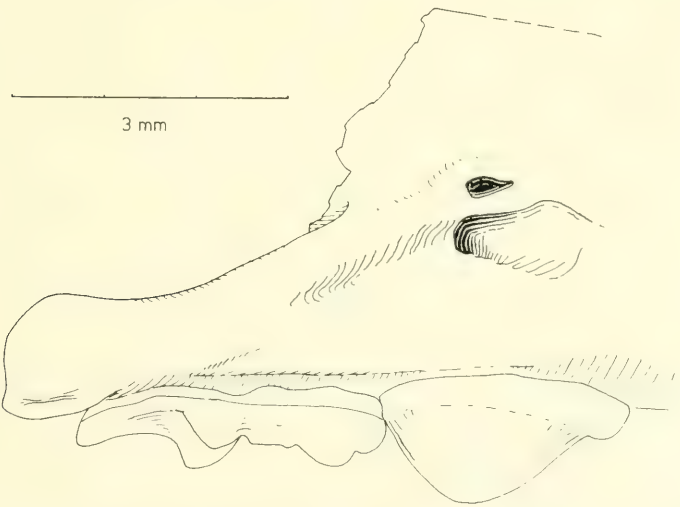


Abb. 3: Seitenansicht (Teilansicht) des Gesichtsschädels von *Pseudocordylodon vireti* Hürzeler aus Saulcet, Museum Basel Sau. 740. Die Abbildung zeigt die freie Endigung des Maxillarfortsatzes. Der Jochbogen fehlt primär.

Dimyloides stehlini zeigen, besaßen die Dimyliden eine relativ kurze und massige Schnauze mit zumeist sehr deutlicher Einschnürung zwischen Canin und P^4. Der massive Bau des Schnauzenteils muß wohl in direktem Zusammenhang mit der kräftigen Entwicklung des Gebisses gesehen werden, die eine charakteristische Spezialisierung der Dimyliden darstellt. SABAN (1958) betrachtete die gedrungene Ausbildung des Gesichtsschädels als ein besonderes Merkmal der Erinaceomorphen zur Unterscheidung gegenüber den durch eine langgezogene Schnauze ausgezeichneten Soricomorphen. Gleichviel, welche Bedeutung man diesem Kriterium zumißt, für die Dimyliden liegt sein funktionsbedingter Charakter auf der Hand.

3.1.3 Die Jochbogenregion

Die Jochbogenregion ist nicht nur an dem auf S. 117 beschriebenen *Dimyloides*-Schädelfragment (Taf. 5, Fig. 1—3, Abb. 1a u. b) erhalten, sondern ebenfalls an mehreren älteren, durch die Literatur bereits bekannten Fundstücken überliefert. Das gilt z. B. für eine Maxilla von *Pseudocordylodon vireti*, deren Bezahnung von HÜRZELER (1944, Abb. 36) abgebildet wurde, sowie einen Schädelrest der gleichen Art (Beleg HÜRZELER S. 26), der unter der Nummer Sau 740 im Baseler Museum aufbewahrt ist. Gleiches trifft auch für zwei Oberkieferreste von *Cordylodon intercedens* MÜLLER (Orig. A. MÜLLER Taf. 3, Fig. 3, Samml. München 1937 II 10 353; Beleg A. MÜLLER 1967, Samml. München 1937 II 10 386) und für ein Maxillarfragment der Gattung *Plesiodimylus chantrei* (Beleg A. MÜLLER 1967, Samml. München 1965 I 144) zu. Die Stücke zeigen bei genauerer Betrachtung, daß der Jochbogen nicht etwa abgebrochen ist, sondern daß ein solcher gar nicht existiert. Statt seiner ist lediglich ein je nach Gattung etwas unterschiedlich geformter, frei endigender Maxillarfortsatz vorhanden (vgl. Abb. 1 und 3—6). Daß es sich hierbei wirklich um eine natürliche Endigung handelt, ist am Beispiel von *Cordylodon intercedens* (Samml. München 1937 II 10 386) durch eine Stereoscan-Aufnahme belegt (Abb. 6). Nachdem das Fehlen eines geschlossenen Jochbogens bei nicht weniger als vier Dimylidengattungen nachweisbar ist, wovon zwei der Subfamilie Cordylodontinae und zwei der Subfamilie Dimylinae angehören, darf dieses Merkmal für die ganze Familie als bezeichnend gelten.

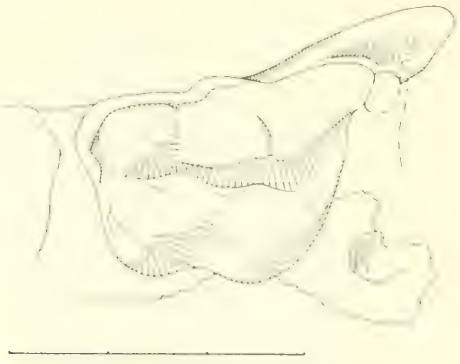


Abb. 4: Linkes Oberkieferfragment von *Plesiodimylus chantrei* GAILLARD aus La Grive-St.-Alban, 1965 I 144, von occlusal gesehen (Teilansicht) mit dem freien Ende des Maxillarfortsatzes.

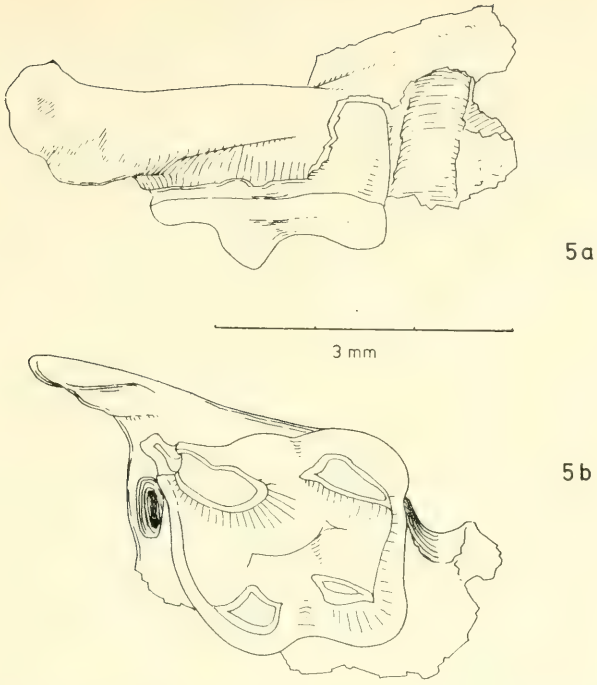


Abb. 5: Rechtes Oberkieferfragment von *Cordylodon intercedens* Müller aus Wintershof-West, 1937 II 10386 von occlusal gesehen mit der freien Endigung des Maxillarfortsatzes. Siehe auch die Stereoscan-Aufnahme in Abb. 6.

Es handelt sich hier um ein Kriterium, welches bei mehreren Insectivorengruppen auftritt, wobei ihm in der Literatur verschieden große Bedeutung zugemessen wird. Saban (1958), Butler (1956, 1972) und McDowell (1958) betrachten die Ausbildung der Jochbogenregion als eines der Hauptkriterien um die Soricomorpha (mit unvollständigem Jochbogen) und Erinaceomorpha (mit vollständigem Jochbogen) voneinander zu trennen. In den Klassifikationen von Simpson (1945), van Valen (1967) und Thenius (1969) wird die Beschaffenheit der Jochbogenregion weniger stark bewertet. In ihren Gliederungen erhält dieses Merkmal deshalb erst auf bzw. unterhalb der Ebene der Superfamilien Gewicht.

3.1.4 Die Ansatzfläche des Temporalismuskels

Wie bereits im beschreibenden Teil auf S. 117 ausgeführt wurde, besitzt der Schädelrest von Ehrenstein 4 eine schwache Sagittalcrista, welche sich auf dem Schädeldach weit nach vorn zum Schnauzenbereich, nämlich bis über die Infraorbitalforamen erstreckt. Dort gabelt sie sich in zwei Halbkreisbögen (Taf. 5, Fig. 3 und Abb. 1b). Dasselbe Merkmal zeigen der von Gaillard (1899, Abb. 21) wiedergegebene Holotypus zu *Plesiodimylus chantrei* und der Gesichtsschädel von *Pseudocordylodon vireti* (Orig. Hürzeler 1944 Abb. 36). Weiterhin ist ein Teilstück der

Gratbogenstruktur an einem Maxillastück von *Exoedaenodus schaubi* (Orig. A. Müller 1967, Taf. 1, Fig. 1) erhalten.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich bei dieser Gratstruktur um die obere bzw. vordere Begrenzung des Temporalismuskels handelt. Gleichzeitig ist aber zu bemerken, daß dieser Muskel auf dem Schädeldach extrem weit vorn ansetzt, noch mehr als es bei verschiedenen Talpidengattungen der Fall ist. Durch den weit vorgerückten Temporalismuskel muß eine deutliche Reduktion der Augapfelgröße und zugleich ein nach vorn verlagertes Auge auch für die Dimyliden angenommen werden. Butler (1956, S. 474) wertet solche Merkmale als Kriterien der Soricomorphen und stellt ihnen die in dieser Hinsicht weit weniger extremen Erinaceomorphen gegenüber.

3.1.5 Die Rüsselmuskulatur

Der Rüsselheber (Musculus levator labii superioris proprius) ist bei verschiedenen Insectivorengruppen z. T. so kräftig ausgebildet, daß er deutliche und scharf begrenzte Eindrücke auf dem Nasenrücken hinterläßt. Das ist z. B. bei Soriciden und Talpiden aber auch Tenreciden der Fall. An dem Schädelrest von *Dimyloides stehlini* scheint dem Ansatzfeld des Rüsselhebers eine flache Depression vor dem Foramen infraorbitale zu entsprechen. Bei dem Gesichtsschädel von *Pseudocordylodon vireti* ist diese Einsenkung noch deutlicher.

3.1.6 Foramen infraorbitale und Foramen lacrimale

Das Infraorbitalforamen liegt über dem P^4 und ist im Verhältnis größer als bei den Erinaceiden. Das Foramen lacrimale befindet sich unmittelbar über dem Infraorbitalforamen und wird von diesem nur durch eine schmale Knochenspange getrennt (vgl. Abb. 1b und Taf. 5, Fig. 2 u. 3). Vom Foramen lacrimale ausgehend, führt der Canalis nasolacrimalis in horizontaler Erstreckung bis etwa über den P^3, wo er in die Nasenhöhle einmündet. Bei den Erinaceiden liegt das Foramen lacrimale nicht über dem Infraorbitalforamen, sondern weiter hinten, auf dem Vorderrand der Orbita. Bei den Soriciden befindet es sich unmittelbar hinter dem Foramen infraorbitale, und der Canalis nasolacrimalis führt in einem Bogen über dieses hinweg nach vorn. Demgegenüber liegen bei den Talpiden beide Foramen übereinander, wie dies auch für die Dimyliden typisch ist, sind aber weit nach hinten bis über den M^2 gerückt. Der bei den Dimyliden relativ lange Infraorbitalkanal kommt dabei in der Regel bis auf ein kleines Tor zum Verschwinden. Verglichen mit den bei den Erinaceoidea und Soricoidea anzutreffenden Verhältnissen sind die Dimyliden in dieser Hinsicht ziemlich eigenständig organisiert.

3.1.7 Das Gaumendach

Die Merkmale des Gaumendachs konnten an dem *Dimyloides*-Schädelrest von Ehrenstein 4 dem Gesichtsschädel von *Pseudocordylodon vireti* aus Saulcet (Orig. Hürzeler 1944, Abb. 36) und z. T. auch an einem Maxillarfragment von *Exoedaenodus schaubi* aus Gaimersheim (Orig. A. Müller 1967, Taf. 1, Fig. 1) studiert werden. Hier zeigen sich wiederum Anklänge an die Talpiden. Sie betreffen die Intermaxillarregion, wo unmittelbar vor den Foramina incisiva eine weitere, in der Medianlinie gelegene Öffnung erscheint. Sie ist bei *Dimyloides* und *Exoedaenodus* ungefähr so groß wie die Incisivforamen, bei *Pseudocordylodon* jedoch sehr klein und fast geschlossen.

Der Palatinumhinterrand schließt mit einer gerade gestreckten, transversalen Randleiste ab, die sich bei Insectivoren sehr verbreitet findet (Soricoidea, Erinaceoidea aber nicht Tenrecoidea, vgl. McDowell 1958 Abb. 31 u. 32). Von dem Ansatz der Pterygoidwände ist nur wenig erhalten. Dennoch sind klare Unterschiede gegenüber den Erinaceiden zu bemerken, bei denen am Palatinumhinterrand nicht nur die die Choanenöffnung abgrenzenden Längswände ansetzen, sondern außerdem die sehr kräftigen Pterygoidflügel.

3.1.8 Das Foramen sphenopalatinum

Es ist nur an dem Ehrensteiner Schädelrest erhalten. Dort hat es einen relativ großen Durchmesser und liegt an der Grenze zwischen Orbitaboden und seitlicher Orbitawand über dem M^2. Seine Lage und Größe macht wahrscheinlich, daß es mit dem Foramen opticum verschmolzen ist, wie bei den Soriciden und Talpiden (im Gegensatz zu den Erinaceiden). Dadurch, daß bei *Dimyloides stehlini* das Foramen sphenopalatinum so tief und dem Palatinumhinterrand so sehr genähert liegt,

Abb. 6: Stereoscan-Aufnahme der freien Endigung des Maxillarfortsatzes von *Cordylodon intercedens* Müller aus Wintershof-West, 1937 II 10386. Die Aufnahme zeigt die schneidenartige freie Endigung des Maxillarfortsatzes genau von hinten. 110-fach vergrößert.

werden die Choanenwände an ihrem Ansatz an der hinteren Randleiste des Gaumendachs durchbrochen, so daß sie mit dieser nur über zwei dünne Stege verbunden sind. Bei den Talpiden ist diese Konstellation noch deutlicher ausgeprägt.

3.2 Die Gebißmerkmale

3.2.1 Morphologische Vergleiche

Entsprechungen in der Gebißausbildung der Dimyliden wurden in der bisherigen Literatur einerseits zu Talpiden andererseits zu den Erinaceiden konstatiert. Gewisse Ähnlichkeiten mit Erinaceiden finden sich vor allem im Umriß des M^1 und in der kräftigen Entwicklung des hinteren Innenhügels an diesem Zahn, außerdem in der leicht exoedaenodonten Vergrößerung des M_1 und in der weit vorangeschrittenen Reduktion des M_3. Die bei den Dimyliden einspitzigen vierten Prämolaren weisen dagegen bei den Erinaceiden drei Spitzen auf und sind damit recht unterschiedlich gebaut.

Der M^1 insbesondere der weniger spezialisierten Gattungen der Dimyliden *(Dimylus, Dimyloides, Pseudocordylodon)* zeigt aber auch Beziehungen zu den Talpiden. Und zwar durch den Besitz zweier Mesostylhöcker. Bei *Dimyloides* kann darüber hinaus die beginnende Spaltung der beiden Innenhügel in je zwei Spitzen beobachtet werden (z. B. an dem Original zu A. Müller 1967, Taf. 1, Fig. 6), eine Erscheinung die auch bei *Mygatalpa* auftritt (vgl. Hugueney 1972, Abb. 10). Der P^4 der relativ gering spezialisierten Gattung *Dimylus* gleicht ebenfalls vielen Talpiden, indem sein einziger Höcker nur einen Hintergrat aufweist und die Krone auf der Hinter- und Lingualflanke (und weniger ausgeprägt auch auf der Vorderseite) je eine mehr oder weniger verstärkte Knospe oder Ausbuchtung besitzt. Besonders deutlich sind die Übereinstimmungen mit dem P^4 von *Mygatalpa* und *Paratalpa* (vgl. Hugueney 1972 Abb. 10 und 26). Auch die zweiwurzeligen oberen Caninen sind im Prinzip mit verschiedenen Talpiden gut vergleichbar *(Talpa, Paratalpa)*. Die M_1 von *Dimyloides* und *Exoedaenodus* zeigen sich zwar durch die exoedaenodonte Entwicklung des Talonids und die fortgeschrittene Reduktion des Trigonids sehr eigenwillig spezialisiert, lassen aber noch den für die Talpiden sehr charakteristischen akzessorischen Lingualhöcker erkennen, der das Schlußcingulum an der hinteren Innenecke abschließt.

Auf der Basis der bisher bekannten Merkmale allein fällt es schwer, signifikante Hinweise für die Zugehörigkeit der Dimyliden entweder zu der einen oder der anderen der beiden diskutierten Familien herauszulesen. Abgesehen von den in Punkt 3.1 besprochenen Schädelmerkmalen, die einen engeren Zusammenhang mit Erinaceiden ausschließen, hat sich nun eine Lösung des Problems auch dadurch eingestellt, daß die Gebißuntersuchungen anläßlich der vorliegenden Arbeit zu einer Neuinterpretation der Unterkieferzahnformel geführt haben. Und zwar insofern, als der bisher stets als C inf. angesehene zweiwurzelige Zahn als vorderster Prämolar aufgefaßt werden muß (vgl. Darstellungen im folgenden Unterpunkt). Damit offenbaren sich im Unterkiefergebiß neue Gemeinsamkeiten mit Talpiden: So ist der vorderste Prämolar des Unterkiefers auch bei verschiedenen Talpidengattungen (z. B. *Geotrypus, Mygatalpa, Talpa*) zweiwurzelig und kräftiger und höher als der einwurzelige C bzw. die beiden nachfolgenden Prämolaren.

Damit wird von neuem die Frage aktuell, ob der hintere Innenhügel des M^1

der Dimyliden als Hypoconus, wie bei den Erinaceiden, oder als Metaconulus, entsprechend den Talpiden, anzusehen sei: Sie muß zugunsten der Interpretation dieses Höckers als Metaconulus entschieden werden. Das kann um so mehr einleuchten, als auch bei der Gattung *Mygatalpa* der Metaconulus die Rolle eines Pseudypoconus übernommen hat (vgl. HUGUENEY 1972, Abb. 9 und 10).

3.2.2 Die Zahnformel des Unterkiefers

Bisher wurde der kräftige zweiwurzelige Zahn im Vordergebiß der Dimyliden — bei *Dimyloides* ist es der vierte Antemolar von den Molaren her gerechnet — als C inf. interpretiert. Insbesondere hat sich HÜRZELER um die Homologisierung dieses Zahnes bemüht und ihn als Canin angesprochen. Er begründete seine Interpretation damit, daß dieser Zahn bei *Plesiodimylus chantrei* „bei geschlossenem Gebiß vor dem fünften maxillaren Antemolaren in die Oberkieferreihe" eingreife (1944, S. 13), also vor dem oberen Eckzahn. Die vorliegenden Untersuchungen an *Dimyloides, Plesiodimylus, Cordylodon* und *Pseudocordylodon* führen demgegenüber zu einem abweichenden Ergebnis:

Im Vordergebiß der Dimyliden erfahren vier Zähne eine von der Funktion her bedingte Vergrößerung. Es sind dies im Oberkiefer der P^4 und der Canin und im Unterkiefer der P_4 und der in Rede stehende, bisher als unterer Eckzahn angesprochene Zahn, der hier zunächst provisorisch „vorderer Antemolar" genannt werden soll. Der Abstand des C sup. vom P^4 im Oberkiefer ist bei allen untersuchten Formen größer als der Abstand zwischen dem besagten „vorderen Antemolar" und dem P_4 im Unterkiefer. Bei den stärker spezialisierten Gattungen ist deutlich zu erkennen, daß die vier vergrößerten Zähne des Vordergebisses in funktioneller Hinsicht mit einander korrespondieren. Und zwar usiert der „vordere Antemolar" des Unterkiefers mit seiner vorderen Außenflanke die hintere Innenseite des oberen Eckzahns. Der untere P_4 usiert mit seiner hinteren Außenflanke die Vorderseite des oberen P^4. Diese Konstellation der vier Zähne zeigt einen recht eindeutigen Zusammenhang zu einer knackenden Gebißfunktion, die für die Dimyliden auch allenthalben angenommen wird. Das Eingreifen des unteren P_4 in die Lücke zwischen oberem P^4 und M^1 entspricht zudem der bei den Säugern normalerweise anzutreffenden Situation.

HÜRZELER (1944 S. 14) ging sehr zutreffend von dem Standpunkt aus, daß der vor dem oberen Canin eingreifende Zahn, wie dies bei den Säugern der Fall zu sein pflegt, der C inf., der hinter diesem eingreifende dagegen ein Prämolar sein müsse. Ihm lagen aber für diese Untersuchung nur sehr unvollständige Kieferreste vor. So ermittelte er die Gebißokklusion bei einer Gattung *(Plesiodimylus)*, bei welcher die Korrespondenzfunktion von oberen und unteren Vorderzähnen am wenigsten deutlich ist, weil die den Dimyliden eigene Spezialisierung gerade bei dieser Form am wenigsten ausgeprägt ist. Dadurch kam er zu der Annahme einer Okklusionsstellung des Gebisses, die den tatsächlichen Gegebenheiten nicht entspricht. Stellt man nämlich die von HÜRZELER angegebene Gebißokklusion her, so daß der besagte untere Antemolar vor dem oberen Eckzahn eingreift, dann kommt der obere M^1 auf den unteren M_2 zu liegen. Damit hat der obere M^2 keinen Antipoden mehr und die unzweifelhaft vom unteren M_2 stammenden Abkauungsspuren am M^2 können auf diese Weise gar nicht erzeugt werden. Auch der untere P_4 wird in diesem Fall so weit nach vorn gerückt, daß er nicht mehr die Vorderseite des oberen P^4 abnützen kann. Das einzig denkbare Zusammenwirken von Ober- und Unterkiefer-

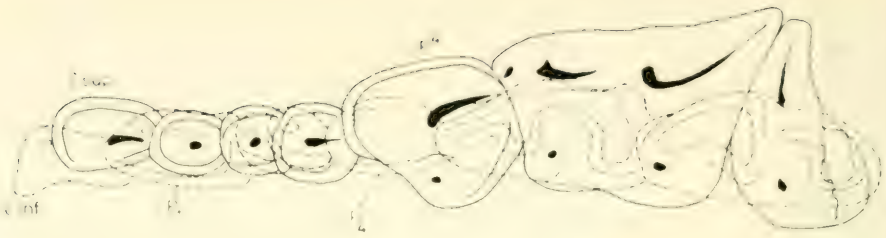


Abb. 7: Gebißokklusien von *Plesiodimylus chantrei* GAILLARD. Sie zeigt die einzige Möglichkeit des Ineinandergreifens von Ober- und Unterkieferzähnen bei geschlossenem Gebiß. Der von HÜRZELER (1944, S. 13) als unterer Canin (C inf.) angesprochene Zahn wird hier als erster Prämolar (P_1) interpretiert.
Die Oberkieferzähne (duchgezogene Linien) sind nach A. MÜLLER 1967, Abb. 9, die Unterkieferzähne (gestrichelte Linien) sind nach A. MÜLLER 1967, Abb. 10, in gleichem Maßstab umgezeichnet. 13-fach vergrößert.

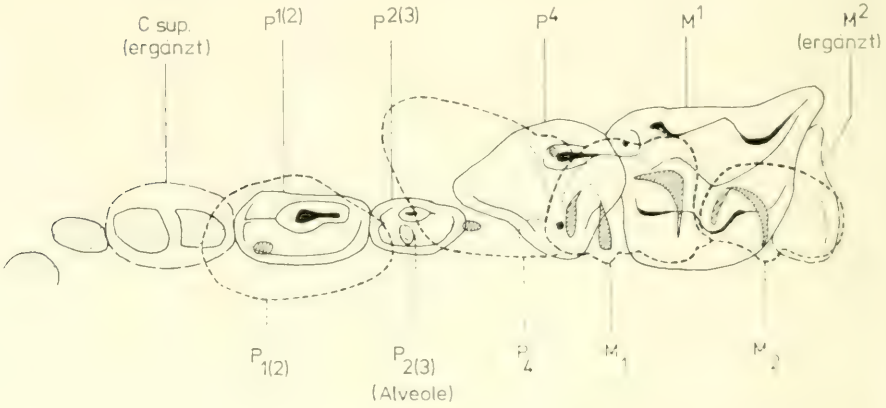


Abb. 8: Gebißokklusion von *Cordylodon intercedens* MÜLLER. Sie zeigt die einzige Möglichkeit des Ineinandergreifens von Ober- und Unterkieferzähnen bei geschlossenem Gebiß. Die Oberkieferzähne (durchgezogene Linien) sind nach A. MÜLLER 1967, Taf. 3, Fig. 3, die Unterkieferzähne (gestrichelte Linien) sind nach A. MÜLLER 1967, Taf. 3, Fig. 1a, in gleichem Maßstab umgezeichnet. Den Alveolen entsprechen punktierte Flächen. 11-fach vergrößert.

zahnreihe bei *Plesiodimylus chantrei* ist in Abb. 7 wiedergegeben. Noch klarer sind die Verhältnisse bei den Gattungen *Cordylodon* und *Dimyloides* (vgl. Abb. 8 u. 10) zu erkennen. Hier wird durch die erhebliche Vergrößerung der vier in Rede stehenden Zähne des Vordergebisses eine Konstellation erzeugt, die in noch viel ausgeprägterem Maß nur eine einzige Okklusionsstellung als möglich zuläßt. Auch hier tritt die Hinterfläche des unteren P_4 mit der Vorderseite des oberen P^4 in Kontakt und die Vorderseite des unteren „vorderen Antemolaren" mit der Hinterflanke des oberen Eckzahns, was sich ebenfalls in den verschiedenen Usurstellen niederschlägt.

Es kann also kein Zweifel darüber bestehen, daß der vergrößerte, zweiwurzelige „vordere Antemolar" des Unterkiefers nicht vor, sondern hinter dem C. sup. in

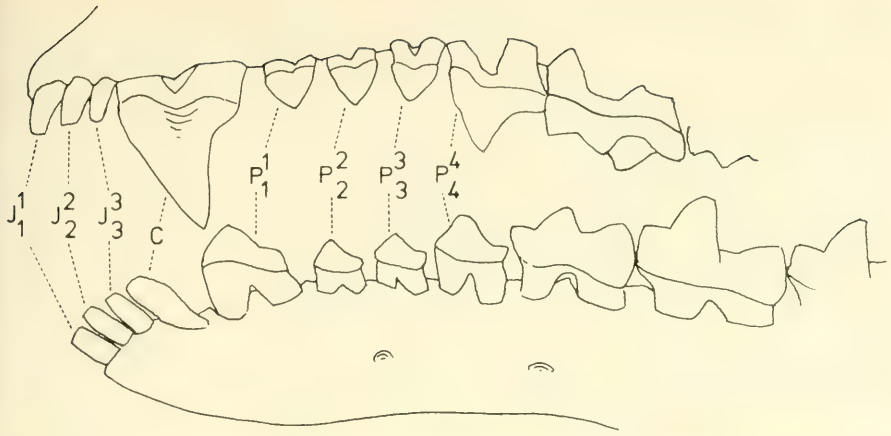


Abb. 9: Das Vordergebiß von *Talpa europaea* LINNAEUS in der Seitenansicht. 9-fach vergrößert.

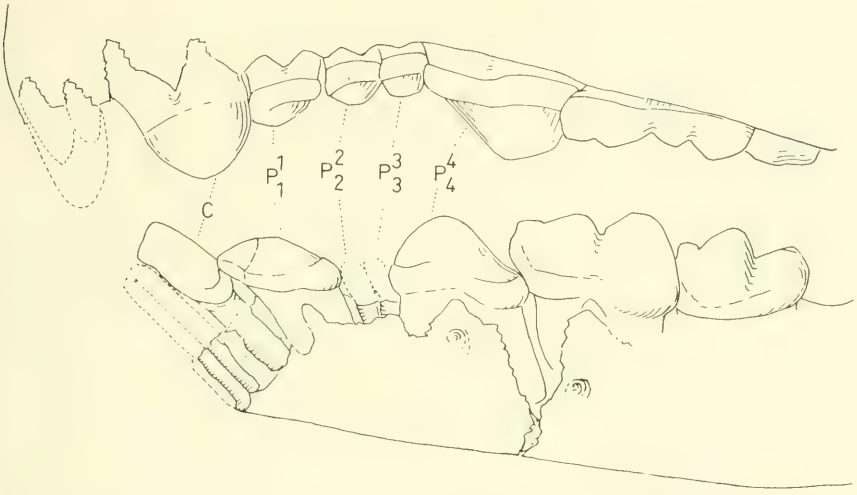


Abb. 10: Das Gebiß von *Dimyloides stehlini* HÜRZELER. — Die Oberkieferbezahnung ist die des Schädelfragments 1971 XXV 96 (vgl. Abb. 1a und Taf. 5, Fig. 1). Die Unterkieferbezahnung wurde durch die Kombination von zwei Mandibelfragmenten und zwei Einzelzähnen von Ehrenstein 4 rekonstruiert: es sind der linke Unterkieferrest mit P_1 und P_4 1971 XXV 94 (vgl. Abb. 2), das linke Unterkieferfragment mit M_2 1971 XXV 90, der linke M_1 1971 XXV 86 und der linke untere Eckzahn 1971 XXV 93. 9-fach vergrößert.

den Oberkiefer eingreift und daß es sich bei ihm somit um einen Prämolaren handeln muß. Im Fall von *Dimylus, Plesiodimylus, Dimyloides* und *Exoedaenodus,* die demnach ein vollständiges Prämolarengebiß besitzen, ist es der P_1. Bei *Cordylodon,*

Metacordylodon und *Pseudocordylodon* könnte es auch ein P_2 sein. Mit größerer Wahrscheinlichkeit ist er aber dem ersten Prämolar der Dimylinae homolog.

Der von HÜRZELER als I_3 angesprochene Zahn greift, wie die Abbildungen 7, 8 und 10 zeigen und wie sich aus den vorangegangenen Aufführungen ergibt, vor dem C sup. in den Oberkiefer ein und muß somit als C. inf. gedeutet werden. Damit ist allen Dimyliden der primäre Verlust eines Incisiven gemeinsam und nicht des P1, wie HÜRZELER (1944, S. 38) angenommen hat. Bei *Cordylodon* und *Metacordylodon* geht außerdem noch ein zweiter Schneidezahn verloren.

Demgemäß lautet die Gebißformel der Dimylinae:

$$\frac{3\ \ 1\ \ 4\ \ 2}{2\ \ 1\ \ 4\ \ 3—2}$$

und die der Cordylodontinae:

$$\frac{3—2\ \ 1\ \ 3\ \ 2}{2—1\ \ 1\ 3—2\ 2}$$

Eine Konsequenz der Korrektur der Unterkieferzahnformel ist die zutage tretende und auch bereits in anderen Punkten der Gebißmorphologie deutlich gewordene Beziehung zu Vertretern der Talpidae. Auch bei ihnen ist der P_1 verschiedentlich ein vergrößerter, zweiwurzeliger Zahn (z. B. *Mygatalpa, Geotrypus, Talpa).*

Legt man ein Gebiß, wie es *Talpa* oder *Mygatalpa* besitzen, als Ausgangspunkt der Dimyliden-Entwicklung zugrunde, so kann man die Bezahnung aller Dimylidengattungen durch Reduktionserscheinungen entstanden denken, die durch die funktionsbedingte Vergrößerung bestimmter Zähne des Gebisses mit Notwendigkeit auftreten müssen. So werden als Kompensation der Größenzunahme von M_1, P_1 und P_4 bei unveränderten Abmessungen des Unterkieferkörpers Rückbildungen an anderen Zähnen erzwungen. Und zwar zunächst die Verkleinerung des letzten Molaren *(Exoedaenodus)* und schließlich sein völliger Verlust (alle übrigen Dimyliden). Daneben sind die beiden zwischen dem P_1 und P_4 gelegenen Prämolaren von der Reduktion betroffen: Im Fall der Dimylinae werden sie durch Verschmelzung der Wurzeln in einwurzelige Zähne umgewandelt. Im Fall der durch besonders extreme Spezialisation ausgezeichneten Cordylodontinae geht zunächst einer der beiden Prämolaren verloren, während der zweite zu einem einwurzeligen Zähnchen umgebildet wird *(Cordylodon, Pseudocordylodon)* und in einem weiter fortgeschrittenen Stadium dieser regressiven Entwicklung ebenfalls verlustig geht *(Metacordylodon).*

Im Oberkiefer war die Entwicklung des spezifischen Dimylidengebisses in ganz ähnlicher Weise mit einer Vergrößerung einzelner Zähne verbunden. Der dadurch in Anspruch genommene zusätzliche Raum wurde wiederum zuerst durch die Rückbildung des M^3 kompensiert. Wie früh dieser verloren ging, läßt sich nicht sagen und ebenso nicht, ob er bei *Exoedaenodus* (entsprechend den Verhältnissen im Unterkiefer) noch in rudimentärer Form existierte. Daneben wurde auch der M^2 von dem Reduktionstrend ergriffen und dadurch in der Längsachse verkürzt. Die Ausdehnung des C sup., respektive dessen Vorderwurzel, bedingte eine Verkleinerung des I^2 und vor allem des I^3. Die drei Prämolaren (bzw. zwei im Falle der

Cordylodontinae) zwischen C sup. und P^4 sind jedoch gegenüber dem vermuteten talpiden Ausgangsstadium nur relativ wenig reduziert worden. Sie sind entweder noch zweiwurzelig *(Exoedaenodus* und, den P^1 betreffend, auch *Dimyloides)* oder sie besitzen eine einzige Wurzel, die aber noch deutlich erkennen läßt, daß sie aus der Verschmelzung zweier hervorgegangen ist.

Während alle Dimyliden im Oberkiefer noch ein vollständiges Schneidezahngebiß aufweisen (bei *Metacordylodon* nicht gesichert), fehlt ihnen im Unterkiefer einer der drei Incisiven. Er ging wahrscheinlich sehr früh verloren. Innerhalb der Gattungen *Cordylodon* und *Metacordylodon* ist im Zuge der fortschreitenden Spezialisierung noch ein weiterer I abhanden gekommen.

3.2.3 Das Milchgebiß

A. Müller (1967, S. 52) hat für *Plesiodimylus* die Existenz eines funktionierenden Milchgebisses nachgewiesen, wobei er auch auf die mündliche Mitteilung von P. Mein, Lyon, über entsprechende Funde von La Grive hinweist.

Nachdem die Verwandtschaftbeziehungen innerhalb der Familie so außerordentlich eng sind, kann wohl für alle Dimyliden die Existenz eines in Funktion tretenden Milchgebisses angenommen werden. Hierin liegt ein einschneidender Unterschied gegenüber den Soriciden und Talpiden und es wird verständlich, weshalb die Dimyliden von allen neueren Autoren mit den Erinaceiden in Beziehung gebracht werden. Wie das Milchgebiß in der Zusammenschau mit den Schädelmerkmalen zu bewerten ist, wird in Punkt 5. diskutiert.

4. Erweiterung der Familien-Diagnose der Dimyliden

Bisher wurde die Familie lediglich anhand von Gebißmerkmalen charakterisiert. Die vorliegenden Untersuchungen ermöglichen erstmals auch die Berücksichtigung von Schädelmerkmalen. Wie in Punkt 3.2.2 behandelt wurde, führt außerdem das Studium der Gebißausbildung verschiedener Dimylidengattungen zu einer Umdeutung der Unterkieferzahnformel. Ihre Konsequenz besteht darin, daß der bisher als C inf. gedeutete Zahn nun als P_1 anzusprechen ist. Die Diagnose der Familie Dimylidae erhält also insgesamt einen weitgehend neuen Inhalt.

Diagnose:

Kleine, ausgestorbene Insectivoren mit folgenden Merkmalen: Jochbögen fehlend. Foramen lacrimale weit außerhalb der Orbita über dem Infraorbitalforamen gelegen. Ansatzfeld des Temporalismuskels bis über die Infraorbitalforamen nach vorn greifend. Funktionierendes Milchgebiß vorhanden. Dritter Molar des Dauergebisses fehlend oder fast völlig reduziert. Eckzahn und P^4 im Oberkiefer, vorderster und letzter Prämolar im Unterkiefer mehr oder weniger deutlich vergrößert. Oberkiefer mit 3—2, Unterkiefer mit 2—1 Incisiven.

5. Zur systematischen Zuordnung der Dimyliden

Die Dimyliden sind von älteren Autoren teils mit den Talpiden (H. v. Meyer 1846, Gaillard 1899), teils mit den Erinaceiden (Schlosser, 1888) in Beziehung gebracht worden. In der jüngeren Literatur herrscht allgemein die Zuordnung zu dem engeren Verwandtschaftsbereich der Erinaceiden vor, wobei Ennouchi (1930), wel-

cher die Dimylidae ohne Kommentar zu den Soricoidea stellt, die einzige Ausnahme bildet. Damit wurde dieser Familie übereinstimmend von allen Autoren ein Platz innerhalb derjenigen Gruppe eingeräumt, die VAN VALEN (1967) neuerdings als Erinaceota zusammengefaßt hat, und die die Erinaceoidea und Soricoidea umschließt. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellten Dimylidenmerkmale ändern nichts an dieser die Ebene der Unterordnung betreffenden Zuordnung. Jedoch sind sie geeignet, das Verhältnis der unterhalb dieser Ebene unterschiedenen Gruppen zueinander neu zu beleuchten.

Die Besprechung der einzelnen Merkmale in den Punkten 3.1 und 3.2 zeigte, daß für eine Annäherung der Dimyliden an die Erinaceiden keine Grundlage besteht. Einer näheren Verwandtschaft mit diesen stehen eine Reihe von Schädelmerkmalen entgegen: Vor allem ist hier das Fehlen der Jochbögen zu nennen, weiterhin sind die Abwesenheit einer postorbitalen Einschnürung des Schädels, das über das Infraorbitalforamen nach vorn ausgedehnte Ansatzfeld des Temporalismuskels und nicht zuletzt die weit nach vorn über den M^2 verschobene Lage des Foramen sphenopalatinum zu erwähnen. Es sind dies Kriterien, welche die Dimyliden zugleich den Talpiden und Soriciden annähern. Als soricide Eigenschaft kann hierbei allerdings nur das Fehlen der Jochbögen gewertet werden, während die anderen Kriterien entweder für beide Familien oder nur für die Talpiden charakteristisch sind.

Auf dieser Basis können nun auch die Gebißmerkmale zu einer weiteren Beurteilung der Verwandtschaftsbeziehungen herangezogen werden: Da die Ähnlichkeiten mit den Erinaceiden als Konvergenzerscheinungen angesehen werden müssen, treten die Beziehungen zu den Talpiden in den Vordergrund. Nachdem die Zahnformel des Unterkiefers korrigiert wurde, ist es jetzt ohne weiteres möglich, das Gebiß der Dimyliden von einem talpiden Vorstadium abzuleiten.

Daneben existieren aber auch Merkmale, die auf eine weitgehende Selbständigkeit der Dimyliden hinweisen: Hier ist z. B. der relativ lange Infraorbitalkanal zu nennen. Außerdem die charakteristische Spezialisierung des Gebisses, die teils mit einer Reduktion (Dimylie), teils mit einer Vergrößerung einzelner Zähne (Exoedaenodontie) verbunden ist. Damit in Zusammenhang steht die robuste Gestaltung der Schnauze.

Eine weitere Eigenschaft, die geeignet ist, das heterogene Merkmalsbild der Dimyliden zu betonen, ist die Ausbildung eines funktionellen Milchgebisses. Es handelt sich dabei um ein Merkmal, das von neueren Autoren (A. MÜLLER 1967, THENIUS 1969) als Kriterium für eine wahrscheinliche nähere Verwandtschaft mit den Erinaceiden angesehen wurde. Angesichts der geringen Übereinstimmung in den Schädelmerkmalen ist es aber nicht gerechtfertigt, daraus eine solche engere Verwandtschaftsbeziehung zu konstruieren.

Die Dimyliden vereinigen also Eigenschaften in sich, die in verschiedene Richtungen weisen und insofern widersprüchlich erscheinen. Eine Deutung ihrer heterogenen Merkmalsstruktur könnte versucht werden, wenn man mit VAN VALEN (1967) von der Annahme ausgeht, daß die Soricoidea und Erinaceoidea eine natürliche, höhere Entwicklungseinheit bilden (Erinaceota VAN VALEN). In diesem Sinn hat sich auch THENIUS (1969) ausgedrückt, indem er die Erinaceiden, Talpiden und Soriciden als Angehörige einer relativ jungen Radiation der Insectivoren bezeichnete. Unter dem Aspekt der gemeinsamen Frühgeschichte müßten die Existenz eines vollständigen Jochbogens und die Ausbildung eines funktionellen Milchgebisses als primitive Ausgangsmerkmale angesehen werden, die erst nach der Aufspaltung in

die Hauptrichtungen der Erinaceoidea und Soricoidea innerhalb einiger Familien eine rückschreitende Entwicklung durchgemacht haben. Es erscheint wenig sinnvoll, diese mit Hypothesen belastete Deutung weiter ins Detail zu treiben. Doch kann festgehalten werden, daß das Milchgebiß der Dimyliden in dieser Sicht nicht als spezifisch erinaceides, sondern als indifferentes Merkmal anzusehen ist. Damit sind sie den Soricoidea zuzuordnen, innerhalb derer sie eine vermittelnde Stellung zwischen den Soriciden und Talpiden einnehmen. Insgesamt gesehen stehen die Dimyliden dabei der letztgenannten Familie am nächsten.

In allerjüngster Zeit vertritt nun P. M. Butler (1972) eine Auffassung zu den Verwandtschaftsbeziehungen der Insectivoren, die gegenüber van Valen und Thenuis sehr stark abweicht: In Anknüpfung an ältere Ansichten (P. M. Butler 1956, Saban 1958, McDowell 1958) trennt er die Erinaceiden von den Soriciden bzw. Talpiden durch die Zuteilung zu verschiedenen Unterordnungen sehr nachhaltig ab. Im Sinne seiner Systematik müßten die Dimyliden aufgrund der an ihnen entdeckten Schädelmerkmale zu den Soricomorphen gestellt werden. Unter diese vereinigt Butler neben den Soriciden und Talpiden noch sechs weitere Familien (Butler 1972 S. 261). Die gleichzeitige Existenz eines funktionellen Milchgebisses bei den Dimyliden neben talpiden und soriciden Merkmalen bleibt aber in diesem Zusammenhang unverständlich.

Will man die systematische Stellung der Dimyliden gemäß den neugefundenen Merkmalen konkretisieren, so ist man also gegenwärtig genötigt, verschiedene Klassifikationssysteme nebeneinander zu stellen. Dies geschieht im folgenden durch die Einordnung der Dimyliden in die Systeme von Thenius (1969) und P. M. Butler (1972).

Stellung der Dimyliden in Anlehnung an die Gliederung der Insectivoren durch Thenius (1969, S. 628):

Ordnung: Insectivora
- Superfamilie: Endotheroidea: ...
- Leptictoidea: ...
- Erinaceoidea:
  - Erinaceidae
  - Amphilemuridae
- Soricoidea:
  - Nesophontidae
  - Soricidae
  - **Dimylidae**
  - Talpidae
  - Proscalopidae
- Apatemyoidea: ...
- Mixodectoidea: ...
- Pantolestoidea: ...

Stellung der Dimyliden in Anlehnung an die Gliederung der „Insectivoren" (Lipotyphla) durch P. M. Butler (1972, S. 261):

Ordnung: Lipotyphla (non Insectivora)
- Unterordnung: Erinaceomorpha:
  - Adapisoricidae
  - Erinaceidae

Soricomorpha:
- Geolabididae
- Plesiosoricidae
- Solenodontidae
- Micropternodontidae
- Nyctitheriidae
- Talpidae
- **Dimylidae**
- Soricidae
- Nesophontidae
- ? Apternodontidae

Tenrecomorpha:
- Tenrecidae

Chrysochloidae
- Chrysochloridae

Die beiden aufgeführten Systeme sind nicht nur die gegenwärtig jüngsten Gliederungsversuche. Bei aller Verschiedenheit stimmen sie auch in dem Punkt überein, daß die Talpiden nicht mit den Erinaceiden in engeren Zusammenhang gebracht werden, wie dies z. B. McDowell (1958) und van Valen (1967) taten. Die Abtrennung der Talpiden von den Erinaceomorpha (bzw. Erinaceoidea) ist durch die Zwischenstellung, die die Dimyliden gegenüber den Talpiden und Soriciden einnehmen, zu fordern.

Während die Erinaceomorpha bzw. Erinaceoidea nach der Abtrennung der Dimyliden eine sehr einheitliche Gruppe bilden, nehmen die Soricomorpha bzw. Soricoidea weiter an Heterogenität zu. Insbesondere gilt dies für das Klassifikationssystem Butlers. Es ist zu vermuten, daß weitere taxonomische Fortschritte in verschiedenen Punkten zu neuen Gruppierungen führen werden. An der Feststellung, daß die Dimyliden den Talpiden und Soriciden näherstehen als den Erinaceiden, kann sich dadurch wenig ändern.

Literatur

Butler, P. M.: The skull of Ictops and the classification of the Insectivora. — Proc. Zool. Soc. London, Ser. B, **126**, 453—481, 8 Abb., London 1956.

Butler, P. M.: The problem of insectivore classification. — Studies in Vertebr. Evolution (ed. by K. A. Joysey & T. S. Kemp), 253—265, 6 Abb., Edinburgh (Oliver & Boyd) 1972.

Ennouchi, E.: Contribution à l'étude de la faune du Tortonien de La Grive-St.-Alban (Isère). Thèse Fac. Sc. Paris, Sér. A. Nr. 1266, 1—135, 6 Taf., 4 Abb., Paris 1930.

Gaillard, C.: Mammifères Miocènes nouveaux ou peu connus de La Grive-St.-Alban (Isère). — Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, **7**, 1—79, 3 Taf., 32 Abb., Lyon 1899.

Hürzeler, J.: Beiträge zur Kenntnis der Dimylidae. — Schweiz. Pal. Abh., **65**, 1—44, 45 Abb., Basel 1944.

Hugueney, M.: Les talpidés (Mammalia, Insectivora) de Coderet-Bransat (Allier) et l'évolution de cette famille au cours de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur d'Europe. — Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, N°50, 1—81, 43 Abb., Lyon 1972.

McDowell, S. B.: The Greater Antillean insectivores. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **115**, 115—214, 46 Abb., New York 1958.

Meyer, H. v.: Mitteilung an Prof. Bronn. — N. Jb. Mineral. etc., 462—476, Stuttgart 1846.

Müller, A.: Die Geschichte der Familie Dimylidae (Insectivora, Mamm.) auf Grund der Funde aus tertiären Spaltenfüllungen Süddeutschlands. — Abh. Bayer. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl. N. F. **129**, 1—93, 3 Taf., 27 Abb., München 1967.

Saban, R.: Insectivora. — in Piveteau, J., Traité de paléontologie., Paris Masson et Cie., **6**, Teil 2, 822—909, 38 Abb., Paris 1958.

Schlosser, M.: Die Affen, Lemuren, Chiropteren, Insectivoren, Marsupialier, Creodonten und Carnivoren des europäischen Tertiärs u. deren Beziehungen zu ihren lebenden und fossilen außereuropäischen Verwandten. — Beitr. Pal. Öster.-Ungarn, **6**, 1—224, 9 Taf., Wien 1888.

Simpson, G. G.: The principles of classification and a classification of mammals. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **85**, 1—350, New York 1945.

Thenius, E.: Phylogenie der Mammalia-Stammesgeschichte der Säugetiere (einschließlich der Hominiden). — 1—722, 715 Abb., Berlin 1969.

van Valen, L.: New Paleocene insecticores and insectivore classification. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **135**, Teil 5, 219—284, 7 Abb., New York 1967.

Viret, J.: Découverte de Metacordylodon Schlosseri à La Grive-St.-Alban. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, **61** (2), 253—257, 3 Abb., Toulouse 1931.

Tafelerläuterungen

Tafel 5

Fig. 1: Schädelfragment von *Dimyloides stehlini* Hürzeler, Ehrenstein 4, 1971 XXV 96; von occlusal gesehen. 6,5-fach vergrößert.

Fig. 2: Das gleiche Schädelfragment wie in Fig. 1 von der linken Seite gesehen. Fs = Foramen sphenopalatinum. 6,5-fach vergrößert.

Fig. 3: Das gleiche Schädelfragment wie in Fig. 1 und 2 von oben gesehen. Fs = Foramen sphenopalatinum. 6,5-fach vergrößert.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 13 141—175 München, 15. 12. 1973

Die stammesgeschichtlichen Beziehungen zwischen den Eomyiden (Mammalia, Rodentia) Nordamerikas und Europas

Von Volker Fahlbusch, München[1])

Mit 7 Abbildungen und Tafel 6—10

Zusammenfassung

Der morphologische Vergleich von Gebißresten und einigen Schädeln nordamerikanischer und europäischer Eomyiden-Gattungen zeigt, daß diese Nager-Familie eine stammesgeschichtliche Einheit bildet. Die Eomyiden entwickeln sich im Mittel-Eozän Nordamerikas aus Sciuraviden. Sie haben auf beiden Kontinenten eine weitgehend eigenständige Geschichte mit Entwicklungshöhepunkten im Unter-Oligozän (Nordamerika), Ober-Oligozän/Unter-Miozän (Europa) und Mittel-Miozän (Europa). Verwandtschaftliche Beziehungen bestehen nur für *Adjidaumo-Eomys, Pseudotheridomys* und vermutlich *Leptodontomys;* zusätzlich 7 Genera sind auf Amerika, 6 weitere auf Europa beschränkt. Zu interkontinentalen Wanderungen kam es im Unter-Oligozän (Nordamerika — Europa: *Adjidaumo — Eomys;* erste europäische Eomyiden ab Beginn des Mittel-Oligozäns), Unter-Miozän (Europa — Nordamerika: *Pseudotheridomys*) und wahrscheinlich im Mittel-Miozän (Europa — Nordamerika?: *Leptodontomys*). Die Wanderungen erfolgten über die Bering-Landbrücke.

Summary

The morphological comparison of dentitions, teeth, and a few skulls of North American and European eomyid genera demonstrates the phylogenetic unity of the family. Eomyids developed from North American sciuravids during the Middle Eocene. Each continent has more or less its own eomyid history. Maxima of evolution are seen in the Lower Oligocene (North America), Upper Oligocene/Lower Miocene (Europe), and Middle Miocene (Europe). Phylogenetic relationships only exist for *Adjidaumo-Eomys, Pseudotheridomys,* and probably *Leptodontomys;* additional 7 genera only occur in North America, 6 in Europe. Intercontinental migrations — along the Bering Land Bridge in any case — took place in the Lower Oligocene (North America — Europe: *Adjidaumo — Eomys;* eomyids in Europe since Middle Oligocene), Lower Miocene (Europe — North America: *Pseudotheridomys*), and apparently during Middle Miocene (Europe — North America?: *Leptodontomys*).

[1]) Univ.-Dozent Dr. V. Fahlbusch, Universitäts-Institut für Paläontologie und historische Geologie, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

Inhalt

1. Einleitung 142
2. Bemerkungen zu den nordamerikanischen Eomyiden 143
2.1 Die obereozänen Formen 143
2.2 Die oligozänen Formen 146
2.2.1 *Yoderimys* Wood, 1955 146
2.2.2 *Meliakrouniomys* Harrys & Wood, 1969 146
2.2.3 *Centimanomys* Galbreath, 1955 147
2.2.4 *Namatomys* Black, 1965 147
2.2.5 Die *Adjidaumo-Paradjidaumo*-Gruppe (incl. *Aulolithomys*) 148
2.3 Die miozänen Formen 150
2.3.1 *Pseudotheridomys* Schlosser, 1926 150
2.3.2 „*Adjidaumo*“ *quartzi* Shotwell, 1967, *Leptodontomys* Shotwell, 1956 und *Pseudadjidaumo* Lindsay, 1972 151
2.3.3 *Kansasimys* Wood, 1936 152
3. Die Entwicklung der europäischen Eomyiden 152
3.1 Die ältesten europäischen Eomyiden 152
3.2 Die Entfaltung im Ober-Oligozän und Aquitan 155
3.3 Die Eomyiden des Jungtertiärs und Pleistozäns 156
4. Vergleiche nordamerikanischer und europäischer Eomyiden-Genera 158
4.1 Die *Adjidaumo-Eomys*-Gruppe (incl. *Protadjidaumo*) 158
4.2 Die *Leptodontomys*-Gruppe 161
4.3 Die *Pseudotheridomys*-Gruppe 163
5. Zusammenfassender Überblick (deutsch und englisch) 165
5.1 Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Eomyiden 165
5.2 The evolution of the eomyids 167
6. Literatur 170
Tafelerklärungen 172

1. Einleitung

Bei der Bearbeitung neuer Eomyiden-Materialien aus tertiären Spaltenfüllungen Süddeutschlands (Fahlbusch 1970) ergab sich zwangsläufig die Frage nach der stammesgeschichtlichen Herkunft dieser lange bekannten Nagetiere, deren Vorkommen auch für Nordamerika bereits im vergangenen Jahrhundert beschrieben wurde. Von mehreren Autoren, erstmals durch Schlosser (1884), wurde auf mögliche verwandtschaftliche Beziehungen zwischen einigen Vertretern beider Kontinente hingewiesen. Eine eingehende, auf direkten Vergleichen beruhende Untersuchung erfolgte dagegen bisher nur für wenige Formen (Wilson 1960, Hugueney & Mein 1968). Auch bei meinen zuvor erwähnten Studien ergab sich, daß eine annähernd gesicherte Aussage nicht möglich ist, ohne die Belege aus Nordamerika einerseits und die zu jener Zeit bekannt gewordenen, aber zunächst nicht oder nicht ausreichend beschriebenen ältesten Dokumente (Mittel-Oligozän) aus Europa andererseits gesehen und unmittelbar verglichen zu haben.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis solcher Vergleiche. Bedingt durch die Erhaltung des Materials erstreckten sich die Untersuchungen mit wenigen Ausnahmen auf Gebißreste. Ferner beschränkte ich mich überwiegend auf den Vergleich von Gattungen. Da Konvergenzen in der morphologischen Entwicklung der Zähne nicht auszuschließen sind, müssen die Ergebnisse nach Auffinden vollständigeren

Materials überprüft werden. Andererseits schien es gerechtfertigt, die aus odontologischen Vergleichen möglichen Informationen zu sammeln und zur Diskussion zu stellen.

Die Gelegenheit zu einem unmittelbaren Vergleich europäischer und nordamerikanischer Eomyiden bot sich bei einem 6wöchigen Aufenthalt am Carnegie Museum in Pittsburgh/Pa., USA, im Herbst 1969, der mir von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, und dem Carnegie Museum ermöglicht wurde, wofür ich auch an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Im Carnegie Museum werden mehrere, für die Fragestellung wichtige Typen und Originale aufbewahrt. Weitere Materialien aus den Sammlungen in Lawrence/Kansas und Eugene/Oregon wurden für die Zeit meines Aufenthaltes nach Pittsburgh entliehen, um zusätzliche Reisen zu vermeiden. Für die damit verbundenen Bemühungen sage ich den ausleihenden Institutionen und besonders meinen Kollegen Dr. C. C. Black (jetzt Lubbock/Texas) und Dr. M. R. Dawson aufrichtigen Dank, ebenso für die anregenden Diskussionen und die bereitwillige Gewährung eines Einblicks in noch unveröffentlichtes Material aus dem Ober-Eozän von Wyoming.

Für die Erlaubnis zur Bearbeitung aufschlußreichen, z. T. neuen Materials aus dem Mittel-Oligozän Europas bin ich den Herren Drs. M. Freudenthal (Leiden) und H. de Bruijn (Utrecht) zu großem Dank verpflichtet. Hilfe durch Bereitstellung von Vergleichsmaterial und wiederholte Diskussionen verdanke ich ferner Dr. G. Daxner-Höck (Salzburg), Dr. M. Hugueney (Lyon), Dr. B. Engesser (Basel), Dr. O. Fejfar (Prag), Dr. M. C. McKenna (New York), Dr. C. E. Ray (Washington) und Prof. Dr. A. E. Wood (Amherst, jetzt Cape May Court House).

Zur Terminologie der Kronenelemente an Eomyiden-Zähnen und zur Methodik der Bearbeitung kann auf meine frühere Untersuchung (Fahlbusch 1970, S. 9) verwiesen werden.

Bei dem Nachweis der Aufbewahrung angeführter Objekte werden folgende Abkürzungen verwendet:

AMNH	American Museum of Natural History, New York
AMFC	Frick Collection, American Museum of Natural History, New York
AW	Collection A. E. Wood, Cape May Court House/New Jersey
BSM	Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München
CM	Carnegie Museum, Pittsburgh/Pa.
GJU	Geologisch Institut der Rijksuniversiteit, Utrecht
RGM	Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden
UKMNH	University of Kansas Natural History Museum, Lawrence/Kansas
UOMNH	University of Oregon Natural History Museum, Eugene/Oregon

2. Bemerkungen zu den nordamerikanischen Eomyiden

2.1 Die obereozänen Formen

Die bisher älteste in der Literatur beschriebene Art nordamerikanischer Eomyiden ist der von Burke (1934, S. 394, Abb. 2) bekannt gemachte *Protadjidaumo typus* aus der Duchesne River Formation (Lapoint Member, NE-Utah). Für die immer

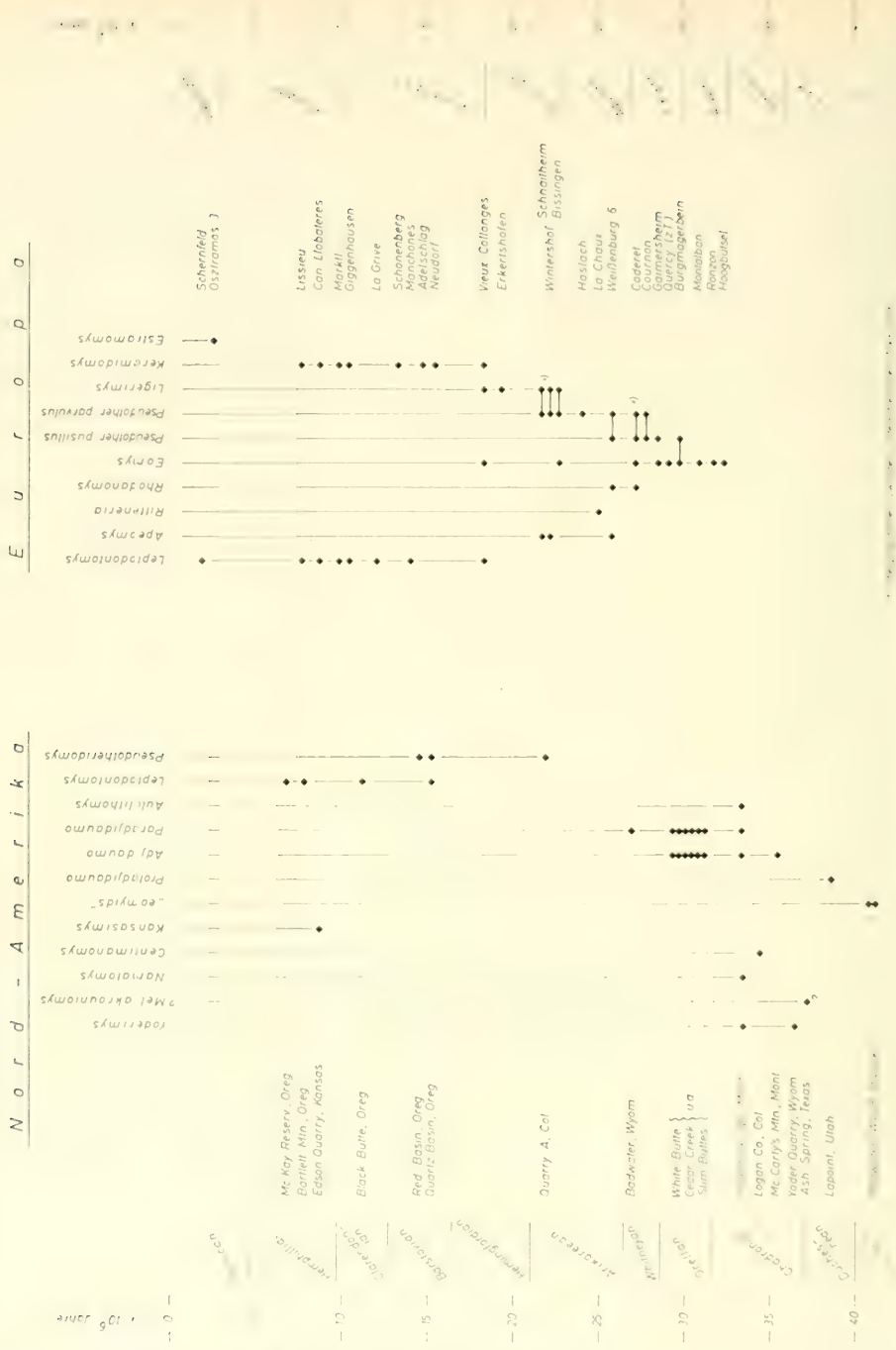


Abb. 1: Stratigraphische Zusammenstellung wichtigerer Vorkommen nordamerikanischer und europäischer Eomyiden-Gattungen.

noch spärlichen Faunen aus diesem Horizont wird derzeit erneut diskutiert, ob sie dem Ober-Eozän oder dem Unter-Oligozän zuzuordnen sind. Sicher ist jedoch, daß sie älter als die gut bekannten Unter-Oligozän-Faunen (z. B. von Pipestone Springs) sind.

Zu *Protadjidaumo* gibt es bisher nur den Holotypus der Typus-Art (CM 11 931: P_4-M_2 eines linken Unterkiefers, von dem nur der obere Teil mit den Zähnen erhalten ist.

Die Beschreibung und Abbildung bei Burke (1934, S. 394, Abb. 2) ist in einigen Punkten zu ergänzen: Die nur ganz schwach abgekauten Zähne sind brachydont. Unter dem vorderen Kronenteil von M_{1-2} befinden sich höchstwahrscheinlich je 2 Wurzeln, unter dem hinteren nur eine. Das Mesolophid des P_4 ist etwas länger als am M_{1-2}; es ist stets kräftiger als das Ectolophid („Längsgrat"). Am P_4 ist der vordere Teil des Ectolophids nur schwach erkennbar und zieht am Hinterabhang des Protoconids als flache Kante hinauf; beim M_1 ist das Ectolophid dünner als am M_2, und die Verbindung vom Mesolophid zum Protoconid ist schwächer als die zum Hypoconid. Auffallend gebaut ist die Rückseite des P_4: Von dem nur ganz wenig nach rückwärts ausgebuchteten Hypolophid, das Hypoconid und Entoconid miteinander verbindet, zieht ein ganz kurzer Grat longitudinal nach rückwärts; labial- und lingualwärts dieses Grates befinden sich deutliche Einmuldungen (die lingual gelegene stärker als die labiale); ein Posterolophid wie am M_{1-2} fehlt hier. Die Maße der Zähne sind:

P_4-M_2 = 3,23 mm	P_4-M_3 (geschätzt): ca. 4,0—4,2 mm	
P_4: L = 1,00 mm	B_v = 0,76 mm	B_h = 0,93 mm
M_1: L = 1,22 mm	B_v = 1,03 mm	B_h = 1,13 mm
M_2: L = 1,16 mm	B_v = 1,10 mm	B_h = 1,13 mm

Dieses Stück zeigt Ähnlichkeiten mit Vertretern der europäischen Gattung *Eomys*, worauf im Kap. 4.1 eingegangen werden soll.

Für den von Russell (1954, S. 100) aus der obereozänen (?) oder unteroligozänen Kishenehn Formation (British-Columbia) beschriebenen *Protadjidaumo burkei* muß nach der Beschreibung und Abbildung offenbleiben, ob er tatsächlich zu dieser Gattung gehört, oder ob er zu *Adjidaumo* gestellt werden muß (vgl. Abschnitt 2.2.5, S. 149).

Einen geologisch noch älteren Beleg sicher als Eomyiden zu bezeichnender Nager bildet der von Black & Dawson (1966a, S. 305; 1966b, S. 335) und Black (1969, S. 44) erwähnte „eomyid sp.". Hierbei handelt es sich um eine große Zahl überwiegend isolierter Zähne von mehreren Lokalitäten am Badwater Creek, Wyoming, welche in das Uintan eingestuft werden und nach Black (1969, S. 45) ein absolutes Alter von etwa 41×10^6 Jahren haben. — Dieses Material wird derzeit von Dr. M. R. Dawson, Pittsburgh, bearbeitet, die mir freundlicherweise einen Einblick gestattete. Sie erlaubte mir auch für die vorliegende Arbeit bereits den Hinweis, daß es sich hierbei mit ziemlicher Sicherheit um die Stammformen einiger oligozäner Eomyiden-Genera handelt, worin ich mit ihr vollständig übereinstimme. Andererseits zeigen die Zähne in ihrer Kronenmorphologie enge Beziehungen zu dem aus dem Mittel-Eozän Nordamerikas beschriebenen Genus *Pauromys* aus der Familie Sciuravidae (Dawson 1968, S. 352). Danach scheint es einigermaßen gesichert zu sein, daß sich die Eomyidae von Sciuravidae herleiten und als ihr Entstehungsgebiet das westliche Nordamerika anzusehen ist.

2.2 Die oligozänen Formen

Im Unter-Oligozän (Chadronian) des westlichen Nordamerika stehen wir einer unerwartet großen Formenfülle von Eomyiden gegenüber, welche uns vor Probleme stellt, von denen viele zum gegenwärtigen Zeitpunkt ungeklärt bleiben müssen. Bereits im Unter-Oligozän sind bis jetzt 6 oder 7 Gattungen nachgewiesen, von denen aber etliche nur durch einen oder einige Kiefer belegt sind; Oberkieferbezahnungen sind für mehrere Gattungen noch völlig unbekannt. Dieser Umstand sowie die Tatsache, daß es sich um morphologisch sehr unterschiedliche Formen handelt, macht ein auch nur vorläufiges Verständnis der phylogenetischen Beziehungen zwischen einigen dieser Eomyiden im Augenblick noch unmöglich — abgesehen von dem in den meisten Fällen sicheren Befund, daß es sich um Angehörige der Familie Eomyidae handelt.

2.2.1 *Yoderimys* Wood, 1955

Typus-Art: *Yoderimys bumpi* Wood, 1955.

Abbildung: Wood 1955, Abb. 1 (für *Y. bumpi*) und Black 1965, Abb. 5 und 6 (für *Y. burkei*).

Aus dem tiefsten Teil des Chadronian wurde ein Eomyide beschrieben, der sich von allen anderen Vertretern der Familie durch den Besitz eines kleinen P^3 unterscheidet. Wesentlich diese Eigentümlichkeit war es, die Wood veranlaßte, für diese Gattung die Unterfamilie Yoderimyinae zu errichten, welche den Eomyinae (mit allen anderen Genera) gegenübergestellt wurde.

Auch durch den gedrungenen, kräftigen Kiefer und im Zahnbau — einzeln betrachtet erinnern die Backenzähne fast an Eumyinen — ist diese Gattung mit hohen, spitzen Höckern und relativ weiten Synklinalen an den Backenzähnen von allen anderen Formen unterschieden.

Eine zweite, etwas größere Art dieser Gattung wurde 1965 durch Black aus dem Chadronian von Pipestone Springs bekannt gemacht (bisher nur 1 Unterkiefer).

Sowohl auf Grund der altertümlichen Zahnformel wie der Größe (vgl. Abb. 2, S. 153) und der Kronenmorphologie der Backenzähne steht diese Gattung abseits von allen anderen Eomyiden. Auch aus dem europäischen Tertiär ist bisher kein vergleichbares Tier bekannt geworden.

2.2.2 *Meliakrouniomys* Harris & Wood, 1969

Typus-Art: *Meliakrouniomys wilsoni* Harris & Wood, 1969.

Abbildung: Harris & Wood 1969, Abb. 1 (für *M. wilsoni*); Emry 1972, Abb. 1—2 (für *M. skinneri*).

Bei der Erstbeschreibung dieser Gattung aus dem Chadronian durch Harris & Wood blieb die Zuordnung zu den Eomyiden bereits unsicher, schien den Autoren aber eher vertretbar als eine Zugehörigkeit zu den Heteromyiden, welche gleichfalls eingehend diskutiert wurde mit der abschließenden Feststellung: „The most probable phylogenetic position for *Meliakrouniomys* seems to be an eomyid on the way becoming a heteromyid" (Harris & Wood 1969, S. 5).

Neues Material von *Meliakrouniomys* wurde kürzlich von Emry (1972) als *M. skinneri* beschrieben. Hieraus ergab sich, daß die Beziehungen zu den Heteromyiden enger sind als zu den Eomyiden. Emry, dessen Meinung ich mich nach dem Studium der Literatur anschließen muß, ordnet *Meliakrouniomys* den Heteromyiden zu.

Bezüglich der Vereinfachungen im Bau der Zahnkronen von *Meliakrouniomys* wurden von Harris & Wood (1969, S. 6) Vergleiche mit *Ritteneria* (Stehlin & Schaub 1951, Abb. 190 und 506) aus dem Aquitan Europas angestellt. Die Entstehung dieser wesentlich jüngeren und sehr viel kleineren Form aus der *Eomys-Rhodanomys*-Gruppe darf als ziemlich gesichert gelten, und die Ähnlichkeiten im Kronenbild müssen wohl als Konvergenz gedeutet werden. Irgendein engerer stammesgeschichtlicher Zusammenhang zwischen *Meliakrouniomys* einerseits und *Ritteneria* oder sonstigen europäischen Eomyiden andererseits besteht auf keinen Fall.

2.2.3 *Centimanomys* Galbreath, 1955

Typus-Art: *Centimanomys major* Galbreath, 1955.

Abbildung: Galbreath 1955, Abb. 1.

Der im Chadronian des östlichen Colorado gefundene *Centimanomys* — bisher wurde nur ein einziger Unterkiefer mit P_4-M_3 beschrieben — ist der größte Eomyide, der jemals bekannt wurde (vgl. Abb. 2)[2]). Der Kiefer ist der eines typischen Eomyiden. Im Bau der Zahnkronen sind in auffälliger Weise altertümliche Merkmale mit fortschrittlichen kombiniert: Die Kronen sind sehr niedrig und besitzen lange, leicht rückwärts tendierende Transversalgrate, welche die nur undeutlich ausgebildeten Haupthöcker miteinander verbinden. Derartige Zahnstrukturen — nur auf den ersten Blick an *Pseudotheridomys* erinnernd — sind mir von keinem anderen Eomyiden bekannt und dokumentieren die Sonderstellung auch dieser unteroligozänen Gattung. Irgendwelche Beziehungen zu *Protadjidaumo* sind nicht erkennbar.

2.2.4 *Namatomys* Black, 1965

Typus-Art: *Namatomys lloydi* Black, 1965.

Abbildung: Black 1965, Abb. 5 c—d und 6 d.

Wie Black (1965, S. 40) bereits bei der Erstbeschreibung der Gattung *Namatomys* hervorgehoben hat, ist auch dieser Eomyide eine Form, welche in ihrer Beziehung zu allen anderen eine Sonderstellung einnimmt. Leider ist die Oberkieferbezahnung dieses Tieres bisher unbekannt. Die Einzelzähne der Unterkiefer erinnern in ihrer geringen Kronenhöhe, den weiten, flachen Synklinalen, dem langen Ectolophid und der doppelten Protoconid-Metaconid-Verbindung eher an diejenigen einiger europäischer Cricetiden *(Pseudocricetodon)* oder Zapodiden *(Plesiosminthus)*, ohne daß dadurch etwas über phylogenetische Verbindungen zu diesen Gruppen ausgesagt sein soll. Andererseits gibt es aber weder zu den derzeit bekannten Genera oligozäner Eomyiden noch zu dem obereozänen *Protadjidaumo* irgendwelche engeren verwandtschaftlichen Beziehungen. An einer Zuordnung zu den Eomyiden braucht jedoch auf Grund der Zahnformel und der Kiefergestalt nicht gezweifelt zu werden.

Von Lindsay (1968, S. 5) wurden etliche Einzelzähne aus dem Uintan von Californien (Hartman Ranch Local Fauna) als neue Art der Gattung *Namatomys* zugeordnet. Auf Grund der ausführlichen Beschreibung und der Abbildungen der Zähne, welche ich selbst jedoch nicht sah, erscheint mir deren Zuordnung zu *Namatomys* kaum möglich zu sein (keine doppelte Protoconid-Metaconid-Verbindung, Ectolophid oft unvollständig, Mesolophid häufig isoliert); das von Lindsay als besonders

[2]) Bei Galbreath (1955, S. 76) wurde als Vergrößerungsfaktor für seine Abbildung der Zahnkronen irrtümlich 16 angegeben; er beträgt tatsächlich nur etwa 7,5.

wichtig erachtete „Anteroconid" am P_4 tritt auch bei anderen Eomyiden auf, ebenso z. B. bei *Pauromys*, und darf meines Erachtens nicht überbewertet werden. Ich halte *„Namatomys" fantasma* für einen außerordentlich primitiven Eomyiden oder eine mögliche Übergangsform zwischen gewissen Sciuraviden und Eomyiden. Die Deutung, welche LINDSAY für die phylogenetische Position dieser Form gibt (1968, S. 12), erscheint mir unserem derzeitigen Wissensstand entsprechend erheblich verfrüht und in höchstem Grade hypothetisch.

2.2.5 Die *Adjidaumo-Paradjidaumo*-Gruppe (incl. *Aulolithomys*)

Abbildungen: Tafel 6—8

Diese Gruppe nordamerikanischer Eomyiden — der obereozäne *Protadjidaumo* steht ihr sehr nahe und ist hier anzuschließen — umfaßt jene Formen, welche seit etwa 100 Jahren bekannt sind und zu den bestbekannten und häufigsten Eomyiden der Neuen Welt gehören (WOOD 1937). Sie haben ihre Hauptverbreitung im Chadronian und Orellan[3]). Diese Gruppe — insbesondere *Adjidaumo* — ist es auch, für welche wiederholt die Ähnlichkeit mit europäischen Eomyiden angeführt wurde (vgl. FAHLBUSCH 1970, S. 17).

Relativ wenig bekannt ist die erst 1965 durch BLACK beschriebene Gattung *Aulolithomys* aus dem Chadronian von Pipestone Springs. Den bisher bekannten vier Unterkiefern kann hier noch ein weiteres Stück hinzugefügt werden, das von „Little Pipestone" stammt und mir aus der Frick Collection des American Museum of Natural History in New York zur Veröffentlichung überlassen wurde (AMFC Mont. 31—343). Es ist ein rechtes Unterkieferfragment mit M_{1-3}, das bis in Details hinein mit den von BLACK beschriebenen und abgebildeten Stücken übereinstimmt. Der Incisiv besitzt wie bei den anderen Exemplaren an der vorderen Externseite eine deutliche Leiste. Die Maße liegen z. T. etwas niedriger als bei den anderen Belegstücken:

M_{1-3} = 5,2 mm P_4-M_3 = ca. 6,6—6,7 mm

M_1:	L = 1,8 mm	B_v = 1,75 mm	B_h = 1,82 mm
M_2:	L = 1,7 mm	B_v = 1,78 mm	B_h = 1,8 mm
M_3:	L = 1,65 mm	B_v = 1,7 mm	B_h = 1,45 mm

An der spezifischen Identität dieses Stückes mit *Aulolithomys bownites* besteht nicht der geringste Zweifel.

Soweit das bisher vorliegende Material von *Aulolithomys* eine Aussage zuläßt (Oberkiefergebisse fehlen noch), sind bei dieser Gattung engere Beziehungen zu *Paradjidaumo* gegeben als zu jedem anderen Genus. Die Unterschiede, welche allerdings eine generische Trennung vollauf rechtfertigen, liegen in der größeren Kronenhöhe und den geringeren Maßen für *Paradjidaumo*. Ferner ist der P_4 von *Aulolithomys* relativ kurz gegenüber demjenigen von *Paradjidaumo*. In allen übrigen Merkmalen des Zahn- und Kieferbaus aber sind sich beide Gattungen so ähnlich, daß an einen engen phylogenetischen Zusammenhang in Form eines gemeinsamen Vorfahren (allerdings wohl nicht *Protadjidaumo*) im Ober-Eozän gedacht werden darf.

Paradjidaumo ist der häufigste aller nordamerikanischen Eomyiden im Unter- und Mittel-Oligozän. Neuerdings wurden von BLACK (1969, S. 45) einige Einzelzäh-

[3]) Auf den von SHOTWELL (1967) beschriebenen *Adjidaumo quartzi* aus dem Barstovian von Oregon soll im Abschnitt 2.3.2 (S. 151) eingegangen werden.

ne als „eomyid 2sp." erwähnt, welche aus einer in das späte Oligozän eingestuften Fauna am Badwater Creek („loc. 19") stammen[4]). — Im Grundbauplan zwar mit *Adjidaumo* übereinstimmend — im Orellan stärker als im Chadronian — ist *Paradjidaumo* durch seine erhöhten Zahnkronen leicht von jenem zu unterscheiden. Die Außenhöcker der unteren Backenzähne sind säulenförmig erhöht und durch kräftige, auch bei wenig abgekauten Exemplaren sehr hohe Transversalgrate mit den Innenhöckern verbunden. Auch das Ectolophid ist kräftig und hoch. Das Anterolophid der Molaren geht aus dem Protoconid hervor und hat labialwärts keine frei endende Fortsetzung. Das Mesolophid ist durchschnittlich etwas länger als bei *Adjidaumo*. Der untere Prämolar ist bei *Paradjidaumo* verhältnismäßig lang. In der Gestalt der Oberkieferzähne sind sich *Paradjidaumo* und *Adjidaumo* (nur für *Adjidaumo minutus* besser belegt) ähnlicher, nach der unterschiedlichen Höhe der Krone und dem durchschnittlich längeren Mesoloph aber meistens sicher zu trennen. Ein Anteroloph am P^4 kann fehlen oder vorhanden sein, womit dieses Merkmal zur Unterscheidung unbrauchbar ist.

Auch mit europäischen Eomyiden kann *Paradjidaumo* kaum verwechselt werden, bei welchen es eine derartig starke Tendenz zur Erhöhung der Kronen nicht gibt (auch bei *Rhodanomys* nicht).

Der aus dem Unter- und Mittel-Oligozän Nordamerikas gleichermaßen gut dokumentierten Gattung *Paradjidaumo* stehen im gleichen Zeitraum mehrere Arten der Gattung *Adjidaumo* gegenüber, deren phylogenetische Zusammenhänge im Rahmen dieser Untersuchung nicht endgültig geklärt werden konnten. Aus dem Chadronian von Pipestone Springs wurde der sehr kleine *Adjidaumo minimus* beschrieben, der weniger erhöhte Haupthöcker als der wesentlich ältere *Protadjidaumo* besitzt. Der Ansicht von Black (1965, S. 39), daß *Adjidaumo minimus* nicht ein direkter Nachkomme von *Protadjidaumo* sein könne, ist sicher zuzustimmen.

Die mit gewissem Vorbehalt in das Ober-Eozän eingestuften Eomyiden aus der Kishenehn Formation von British-Columbia (Russell 1954) sollen hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Die als *Protadjidaumo burkei* beschriebenen beiden Stücke sollten meiner Ansicht nach besser zu *Adjidaumo* gestellt werden.

Im Mittel-Oligozän ist *Adjidaumo* durch mehrere Entwicklungsreihen belegt, welche sich in erster Linie durch ihre Größe unterscheiden (vgl. Abb. 2): *Adjidaumo douglassi* und *Adjidaumo minutus* (Typus-Art). Ob diese beiden, in Kieferbau und Kronenmorphologie sehr ähnlichen Arten von *Adjidaumo minimus* abstammen, kann derzeit noch nicht sicher entschieden werden, wäre aber denkbar. Daß andererseits die Geschichte dieser Gattung noch komplexer ist als bisher angenommen wurde, wird durch einen relativ großen Unterkiefer mit P_4-M_3 von McCarty's Mountain belegt (CM 9997; vgl. Abb. 2). Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Black ist dieses Stück möglicherweise älter als die Fauna von Pipestone Springs. Nach der Gestalt der Zähne und des Kiefers muß es zu *Adjidaumo* gestellt werden und ist *Adjidaumo minutus* sehr ähnlich, aber deutlich größer als jener und alle anderen mir bekannten Stücke dieser Gattung. Es scheint eine Seitenlinie in der phylogenetischen Entwicklung der Gattung *Adjidaumo* zu repräsentieren.

[4]) Herrn Dr. Black danke ich für die freundliche Erlaubnis, an dieser Stelle erstmals berichten zu dürfen, daß es sich bei diesen Zähnen um Vertreter oder sehr nahe Verwandte des Genus *Paradjidaumo* handelt.

Neben diesen ungelösten Detailfragen zur Gattung *Adjidaumo* ist in unserem Zusammenhang besonders die Ähnlichkeit mit der europäischen Gattung *Eomys* von Interesse. Die Vertreter der Gattungen *Adjidaumo* und *Protadjidaumo* dürften es auch in erster Linie gewesen sein, welche jene Autoren vor Augen hatten, welche die Ähnlichkeit der nordamerikanischen und europäischen Eomyiden erwähnten. Und tatsächlich kann nur diese Gruppe — *Adjidaumo* und *Protadjidaumo* einerseits, *Eomys* andererseits — unter dem Gesichtspunkt der interkontinentalen Beziehungen bei alttertiären Eomyiden betrachtet werden. Darauf soll im Abschnitt 4.1 (S. 158) gesondert eingegangen werden.

2.3 Die miozänen Formen

Mit dem Ende des Mittel-Oligozäns bricht die Dokumentation für die Eomyiden in Nordamerika ziemlich plötzlich nahezu vollständig ab. Als letzte Vertreter der *Paradjidaumo*-Gruppe wurden die von Black erwähnten Belegstücke aus dem oberen Ober-Oligozän vom Badwater Creek bereits genannt (S. 148). Nach der alleinstehenden Beschreibung des pliozänen *Kansasimys* (Wood 1936), dessen Zugehörigkeit zu den Eomyiden von Schaub (in Stehlin & Schaub 1951) erstmals erörtert wurde, blieben jungtertiäre Vertreter dieser Familie bis 1960 (Wilson 1960, S. 72) unbekannt. Seither wurden von mehreren Lokalitäten meist kleinere Kollektionen beschrieben, welche anschließend zusammengestellt und kurz behandelt werden sollen.

2.3.1 *Pseudotheridomys* Schlosser, 1926

Typus-Art: *Pseudotheridomys parvulus* (Schlosser, 1884).

Abbildungen: Tafel 10.

Der Nachweis der europäischen Gattung *Pseudotheridomys* im nordamerikanischen Unter-Miozän war sehr überraschend. Von Wilson (1960, S. 72) wurden die wenigen ihm vorliegenden Kieferfragmente und Einzelzähne ausführlich beschrieben und mit europäischen Arten unmittelbar verglichen. Irgendwelche Zusammenhänge mit den Eomyiden Nordamerikas ließen sich nicht feststellen, so daß an einer Einwanderung der Gattung *Pseudotheridomys* aus der Alten Welt kein Zweifel bestand und auch heute nicht besteht (vgl. Abschnitt 4.3, S. 163).

Ein weiterer, geologisch jüngerer Vertreter der Gattung *Pseudotheridomys* wurde von Shotwell im Barstovian von Oregon gefunden und als *Pseudotheridomys pagei* beschrieben (Shotwell 1967, S. 7).

Pseudotheridomys hesperus und *Ps. pagei* unterscheiden sich nur geringfügig. Eine erneute Überprüfung der Maße (vgl. Abb. 5) ergab, daß *Ps. pagei* etwas größer als *Ps. hesperus* ist. Shotwell (1967, S. 8) wies auf die unterschiedliche Abriegelung der Innensynklinalen der unteren Zähne und den bei *Ps. pagei* stets langen Mesoloph der oberen Backenzähne hin. Auch im Umriß der Zähne mögen gewisse Unterschiede bestehen (relativ längere Krone der Mandibularzähne bei *Ps. hesperus*).

Die Kenntnis der Variationsbreite europäischer *Pseudotheridomys*-Populationen läßt die Unterschiede zwischen den beiden amerikanischen Arten recht gering erscheinen, zumal sie durch eine zeitliche Lücke von ca. 5 Millionen Jahren getrennt sind. Die spezifische Verschiedenheit soll dadurch nicht in Zweifel gezogen werden, aber an der direkten Abstammung des *Pseudotheridomys pagei* von *Pseudotheridomys*

mys hesperus, welche bisher nicht gesondert erörtert wurde, dürfte kaum ein Zweifel bestehen.

Auf die Beziehungen zu den europäischen *Pseudotheridomys*-Arten werden wir im Abschnitt 4.3 (S. 163) zurückkommen.

2.3.2 *„Adjidaumo" quartzi, Leptodontomys* und *Pseudadjidaumo*

Abbildungen: Tafel 9.

Bereits bei der Erstbeschreibung der Gattung *Leptodontomys* aus dem Pliozän von Oregon, für die zunächst nur ein einziger Unterkiefer mit P_4 vorlag, betonte Shotwell (1956, S. 731) die starke Ähnlichkeit mit dem oligozänen *Adjidaumo.* Die Zugehörigkeit dieses winzigen Nagers (vgl. Abb. 2 und 4) zu den Eomyidae war offensichtlich.

1967 wurden von Shotwell mehrere Einzelzähne aus der Black Butte Fauna (Clarendonian) und vom Bartlett Mountain (Hemphillian) in Oregon als *Leptodontomys* sp. bekannt gemacht. Gleichzeitig wurde aus dem Quartz Basin (Barstovian) *Adjidaumo quartzi* beschrieben, dessen Ähnlichkeit mit *Leptodontomys* hervorgehoben wurde. Auch wurde *A. quartzi* als wahrscheinlicher Vorfahre von *Leptodontomys* erkannt.

Nach erneutem Studium des gesamten Materials von Oregon besteht für mich kein Zweifel daran, daß *„Adjidaumo" quartzi,* zu dem die Maxillarbezahnung leider noch unbekannt ist, generisch mit *Leptodontomys* übereinstimmt. Beiden sind die geringe Größe und der cricetoide Bauplan der Zahnkronen gemeinsam, ferner die Form der Bewurzelung (P_4 mit zwei, M_{1-3} mit drei Wurzeln) und die Gestalt der Mandibeln. Außerdem zeigen viele Zähne das meist kurze, fast isoliert stehende, nur über eine schmale Brücke mit dem Hypolophid verbundene Posterolophid. Hierdruch unterscheiden sie sich auch von dem sonst ähnlichen *Adjidaumo.* Die von Shotwell angeführten Unterschiede zwischen *„Adjidaumo" quartzi* und *Leptodontomys* im Bau des unteren Prämolaren („anterior cingulum" und „stronger protoconid-metaconid connection" bei *Leptodontomys*) dürfen bei der sonst von Eomyiden bekannten Variabilität des P_4 (vgl. Fahlbusch 1970) nicht als Gattungsunterschiede gewertet werden.

Die von Shotwell (1967) als *Leptodontomys* sp. zusammengefaßten Einzelzähne zeigen eine erhebliche Variationsbreite in ihren Maßen[5]) (vgl. Abb. 4). Möglicherweise liegen hier mehrere unterschiedliche Arten vor, zu deren sicherer Unterscheidung es aber eines größeren Materials bedarf.

Von Storer (1970, S. 1125) wurde unter dem Namen *Adjidaumo russelli* ein Unterkiefer von sehr geringer Größe aus dem Ober-Miozän von Saskatchewan beschrieben und abgebildet. Auch hierbei handelt es sich mit Sicherheit um *Leptodontomys.*

Durch Lindsay (1972, S. 34) wurde für die von Shotwell beschriebenen Stücke von *Adjidaumo quartzi* und neue Funde aus dem Barstovian von Kalifornien die Gattung *Pseudadjidaumo* errichtet. Als Unterschied zu *Leptodontomys* wird lediglich die schwächere Ausbildung des Vordercingulums angegeben. Bei der Variabilität, welche für dieses Merkmal innerhalb von Eomyiden-Populationen zu beobachten ist, halte ich die generische Trennung von *Leptodontomys* und *Pseudadjidaumo*

[5]) Bei dem $M^{1/2}$ mit der Katalognummer UO 24452 (Shotwell 1967, S. 7) handelt es sich um einen Zapodiden.

für unhaltbar. Gerade in dem lingualwärts gerichteten Teil des Anteroloph am M^{1-2} besteht für *Leptodontomys* (incl. *Pseudadjidaumo*) ein gemeinsames Kriterium, durch das sich die sonst dem oligozänen *Adjidaumo* sehr ähnlichen obermiozänen Formen unterscheiden lassen.

Auf die stammesgeschichtlichen Beziehungen der aus Nordamerika und Europa bekannten Vertreter der *Leptodontomys*-Gruppe soll im Abschnitt 4.2 (S. 161) eingegangen werden, für die europäischen Vertreter vgl. Abschnitt 3.3 (S. 157).

2.3.3 *Kansasimys* Wood, 1936

Typus-Art: *Kansasimys dubius* Wood, 1936

Abbildung: Wood 1936, Abb. 1

Dem Artnamen entsprechend bildet das Genus *Kansasimys* bis heute eine „dubiose" Form, zu der neuere Belege noch fehlen. Dieser relativ große Nager (vgl. Abb. 2) aus dem Pliozän von Kansas wurde ursprünglich mit verschiedenen Gattungen insbesondere des Eozäns und Oligozäns (Sciuravidae und Ischyromyidae) verglichen, ohne daß eine Zuordnung zu einer dieser Familien auch nur einigermaßen sicher gewesen wäre. Durch Schaub (in Stehlin & Schaub 1951, S. 296) wurde erstmals erörtert „ . . . , ob *Kansasimys* nicht in irgendwelchem Zusammenhang mit den Eomyiden steht und als modernisierter Vertreter dieser Gruppe betrachtet werden kann, . . . " Die neueren, relativ jungen Eomyiden aus der *Leptodontomys*-Gruppe zeigen, daß der cricetoide Bauplan der oligozänen Vertreter teilweise bis in das späte Tertiär hinein beibehalten wurde, wie er ja auch bei *Kansasimys* vorliegt. Auch in der Ausbildung des Posterolophids bestehen gewisse Ähnlichkeiten zwischen *Kansasimys* und *Leptodontomys*, welche aber zufälliger Natur sein können.

Einer Zuordnung der bis heute sehr isoliert stehenden Gattung *Kansasimys* zu den Eomyidae möchte ich durchaus zustimmen, für weitergehende Aussagen aber ist die spät-tertiäre Geschichte der Eomyiden mangels ausreichenden Materials noch zu wenig bekannt.

3. Die Entwicklung der europäischen Eomyiden

Ein wesentlicher Teil der europäischen Eomyiden war Gegenstand einer früheren umfassenden Untersuchung des Verfassers (Fahlbusch 1970). Gleichzeitig wurden die oberoligozänen und untermiozänen Formen einiger französischer Fundorte (insbesondere Coderet) durch Hugueney (1969) neu bearbeitet. Daher kann es genügen, an dieser Stelle lediglich die wichtigsten Phasen der Stammesgeschichte der Eomyiden in Europa aufzuzeigen. Eingehender sollen nur die mitteloligozänen und obermiozänen (und jüngeren) Arten behandelt werden, welche in den genannten Publikationen nur kurz erwähnt bzw. durch neue Funde inzwischen besser bekannt wurden.

3.1 Die ältesten europäischen Eomyiden

Bis in neueste Lehrbücher hinein hat sich die Ansicht erhalten, daß die Gattung *Eomys* in Europa erstmals im Ober-Eozän auftritt (Thenius 1969, S. 303; A. H. Müller 1970, S. 686, hier wird für *Eomys* sogar „Unt.-Mittl. Oligozän von Nordamerika" angegeben). Diese Angaben beruhen auf der verhängnisvollen Vereini-

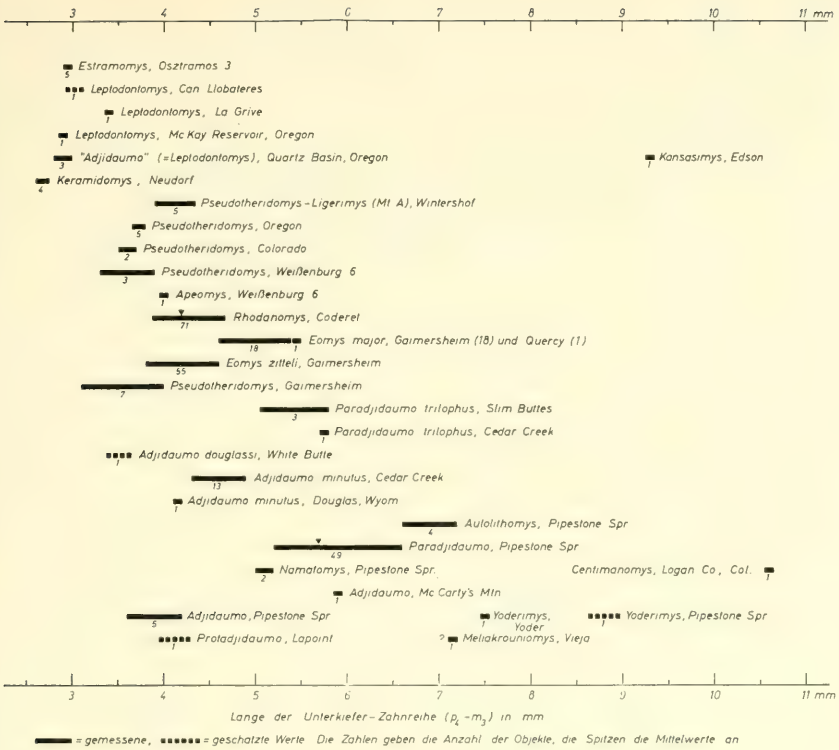


Abb. 2: Größenvergleiche von Unterkiefer-Zahnreihen (Länge P_4-M_3) europäischer und nordamerikanischer Eomyiden.

gung altersverschiedener Faunen unter der Bezeichnung „Phosphorite des Quercy", aus welchen die Gattung *Eomys* erstmals beschrieben wurde (Schlosser 1884, S. 84). Nach Vergleichen dieses Materials mit demjenigen aus oberoligozänen Spaltenfüllungen Süddeutschlands konnte inzwischen gezeigt werden (Fahlbusch 1970, S. 99), daß *Eomys zitteli* aus den Phosphoriten des Quercy vermutlich nur in einer oder wenigen oberoligozänen oder höchstens jung-mitteloligozänen Spalten jenes Gebietes vorkam. Nach unserer derzeitigen Kenntnis gibt es in Europa keine Eomyiden, welche älter sind als Mittel-Oligozän.

Eine in ihrer stratigraphischen Einstufung gesicherte und für lange Zeit die älteste Form europäischer Eomyiden ist *Eomys antiquus* aus dem Kalk von Ronzon (Lavocat 1951, S. 40, Taf. 5, Fig. 4), welcher früher dem Unter-Oligozän zugeordnet wurde, nach neueren Untersuchungen aber übereinstimmend an die Basis des Mittel-Oligozäns gestellt wird (Thaler 1966, S. 188 und 228; Franzen 1968, S. 163 und 166). Nach den von Lavocat angegebenen Maßen des sehr geringen Materials ist *Eomys antiquus* deutlich kleiner als *Eomys zitteli;* in der Kronenmorphologie scheinen keine wesentlichen Unterschiede zu bestehen.

An mehreren mitteloligozänen Fundstellen Europas konnten in neuerer Zeit

kleine Kollektionen isolierter Eomyidenzähne gefunden werden. Da es sich überwiegend um bisher unpubliziertes Material handelt, das aber für die Frage nach der Herkunft der europäischen Eomyiden von großer Bedeutung ist, soll hierauf etwas ausführlicher eingegangen werden.

Die Säugetierfauna von Hoogbutsel (MISONNE 1957) besitzt ein etwas altertümlicheres Gepräge als diejenige von Ronzon und ist nach neuerer Ansicht in das untere Mittel-Oligozän einzustufen (THALER 1966, S. 228). An dieser Fundstelle wurden durch Dr. M. FREUDENTHAL in jüngster Zeit erneute Aufsammlungen durchgeführt, aus welchen er mir die im Rijksmuseum voor Geologie en Mineralogie in Leiden aufbewahrten 14 isolierten Backenzähne von Eomyiden zur Untersuchung überließ (RGM 149 065—149 078 vgl. Abb. 3 und Taf. 6 u. 8). Es sind die bis jetzt ältesten Belege dieser Familie aus Europa.

Bemerkungen zur Morphologie: Mesoloph kurz bis höchstens halblang, an einem $M^{1/2}$ doppelt ausgebildet (Taf. 8, Fig. 2). Anteroloph an $M^{1/2}$ mit scharfem Knick aus dem Protoloph hervorgehend, P^4 ohne Anteroloph. Längsgrat an einem $M^{1/2}$ (Taf. 8, Fig. 3) vor dem Mesoloph unterbrochen. P_4 ohne Anterolophid; ein Zahn zeigt eine kleine Knospe schräg vor dem Protoconid. Mesolophid der unteren Zähne halblang, nur an einem korrodierten P_4 und einem M_3 lang.

Montalban: Herr Dr. H. de BRUIJN stellte mir von der durch ihn entdeckten Fundstelle alle Eomyiden zur Bearbeitung zur Verfügung, welche von Mitarbeitern des Geologisch Instituut der Rijksuniversiteit te Utrecht dort gefunden und in Utrecht aufbewahrt werden (GJU—MO 701—749 vgl. Abb. 3 und Taf. 6 u. 8): unter großen Mengen von Kleinsäugern waren es 49 isolierte *Eomys*-Zähne. Inzwischen wurden weitere Stücke von dieser Lokalität durch THALER (1969, S. 204) und VIANEY-LIAUD (1969, S. 236) als *Eomys* cf. bzw. aff. *zitteli* erwähnt. Durch beide Autoren wird die Fauna von Montalban in die Zone von La Sauvetat (THALER 1966, S. 188 und 229) eingestuft.

Bemerkungen zur Morphologie: Mesoloph und Mesolophid kurz bis halblang, an den unteren Zähnen kräftiger als an den oberen; an den beiden D^4 fehlend. Anteroloph nur an einem der neun P^4 ausgebildet (Taf. 8, Fig. 13), bei $M^{1/2}$ in mehreren Fällen unter Ausbildung eines scharfen Knicks aus dem Protoloph hervorgehend (Taf. 8, Fig. 17—20); an zwei Zähnen ist eine lingualwärts gerichtete Fortsetzung des Anterolophs schwach angedeutet (Taf. 8, Fig. 17). Das Hypolophid der $M_{1/2}$ ist schräg rückwärts gerichtet und mündet — mehr oder minder weit vom Hypoconid entfernt — in das kräftige Posterolophid ein. Der einzige M_3 besitzt ein rudimentäres Entoconid.

Mège und Pech-Crabit: Für diese beiden neuen mitteloligozänen Spaltenfüllungen im Gebiet des Quercy erwähnt VIANEY-LIAUD (1969, S. 236, Abb. 16) je einen isolierten $M^{1/2}$ unter der Bezeichnung *Eomys* aff. *zitteli*. Die Faunen dieser beiden Fundorte werden ebenfalls in die Zone von La Sauvetat eingestuft.

Bernloch 1 (B): Von hier liegen zwei isolierte $M_{1/2}$ vor (BSM 1955 III 519 und 1566 vgl. Abb. 3 und Taf. 6). Für die bisher in das Mittel-Oligozän eingestufte Fauna (DEHM 1961, S. 31, mit weiteren Literaturangaben) konnte SCHMIDT-KITTLER (1971, S. 123) mit Hilfe der Pseudosciuriden zeigen, daß durch sie zwei zeitlich verschiedene Niveaus belegt sind: Bernloch 1 (A) = oberes Unter-Oligozän, Bernloch 1 (B) = oberes Mittel-Oligozän. Auf die Zugehörigkeit der Eomyiden zu Bernloch 1 (B) darf mit ziemlicher Sicherheit geschlossen werden, da bisher von keiner anderen Fundstelle, deren unteroligozänes oder höheres Alter gesichert ist, Eomyiden bekannt wurden.

Bemerkungen zur Morphologie: 1955 III 519 (Taf. 6, Fig. 19): Kräftig entwickeltes Anterolophid mit dem Metalophid schwach verbunden. Mesolophid 3/4-lang. Hypolophid leicht rückwärts gerichtet. Posterolophid kräftig. 1955 III 1566 (Taf. 6, Fig. 18): Mesolophid kaum entwickelt. Posterolophid unter Bildung eines rechten Winkels aus dem Hypolophid hervorgehend.

Alle von den erwähnten Lokalitäten vorliegenden Zähne zeigen enge morphologische Beziehungen zu *Eomys zitteli* des Ober-Oligozäns. Zieht man von diesem eine größere Population (Gaimersheim; FAHLBUSCH 1970) zum Vergleich heran, so kann festgestellt werden, daß alle morphologischen Details der mitteloligozänen Zähne auch dort beobachtet werden können. Erst wenn größere Materialmengen aus dem Mittel-Oligozän vorliegen, werden mit Hilfe statistischer Methoden möglicherweise morphologische Unterschiede faßbar werden können. Ein solcher deutet sich bereits in der Länge des Mesoloph und Mesolophid an: während die Zähne aus dem Mittel-Oligozän nur einen kurzen bis halblangen Mesoloph bzw. Mesolophid besitzen, ist bei den oberoligozänen Vertretern ein höherer Prozentsatz von Zähnen enthalten, an denen dieser Grat länger ist oder sogar den Zahnrand erreicht.

Stellt man nun die Maße der mitteloligozänen Zähne denjenigen des oberoligozänen *Eomys zitteli* gegenüber (Abb. 3), so zeigen sich deutliche Unterschiede: Die Maße der mitteloligozänen Zähne liegen unterhalb des Variationsbereichs von *Eomys zitteli* oder höchstens an dessen unterer Grenze (gilt auch für *Eomys antiquus* von Ronzon) und fallen damit in den Bereich des kleinen *Pseudotheridomys pusillus* von Gaimersheim, von dem sie jedoch morphologisch durch den cricetoiden Bauplan ihrer Kronen unterschieden sind.

Damit sind die Eomyiden des Mittel-Oligozäns von *Eomys zitteli* artlich zu trennen. Ob sie dagegen alle einer einzigen Art angehören und mit *Eomys antiquus* identisch sind, kann auf Grund des bisher vorliegenden Materials nicht entschieden werden. Die Zähne von Hoogbutsel, Montalban, Mège, Pech-Crabit und Bernloch sollen daher vorerst als *Eomys* cf. *antiquus* bezeichnet werden. Sie dürfen nach jetziger Kenntnis als die direkten Vorfahren von *Eomys zitteli* angesehen werden.

3.2 Die Entfaltung im Ober-Oligozän und tieferen Miozän

In den oberoligozänen Spaltenfüllungen von Burgmagerbein und Gaimersheim stellen die Eomyiden erstmals einen beachtlichen Bestandteil der Nagetierfaunen dar und lassen gleichzeitig eine Differenzierung in mehrere Entwicklungslinien erkennen. Bis in das mittlere Miozän hinein gehören sie dann zu normalen Komponenten vieler europäischer Kleinsäugerfaunen.

Zunächst handelt es sich überwiegend oder ausschließlich um die Gattung *Eomys*[6]), welche große Ähnlichkeit mit den nordamerikanischen Genera der *Adjidaumo*-Gruppe besitzt, worauf im Abschnitt 4.1 (S. 158) gesondert eingegangen werden soll. Die Backenzähne der Gattung *Eomys*, die ihren Höhepunkt im Ober-Oligozän hat, bleiben stets niederkronig und cricetoid gebaut. Aus ihr entwickeln sich im höheren Ober-Oligozän die Arten der nahe verwandten Gattung *Rhodanomys*, in welcher die Transversalgrate erhöht werden und die Kronen einfacher gebaut

[6]) Bezüglich der Verwendung des Namens *Omegodus* vgl. FAHLBUSCH 1970, S. 14.

sind (Omega-Muster), was im Aquitan zur Gattung *Ritteneria* führt. Zu einer Erhöhung der Kronen ähnlich wie bei *Paradjidaumo* kommt es in dieser Entwicklungsreihe nicht. *Rhodanomys* und *Ritteneria* entsprechende Formen sind aus Nordamerika nicht bekannt. Daneben bleibt offenbar die Gattung *Eomys* mit nur geringfügigen Veränderungen bis in das Mittel-Miozän hinein erhalten (Bissingen, Vieux Collonges). Ob es sich hierbei um die Ausgangsform des obermiozänen *Leptodontomys* handeln kann, soll später (Abschnitt 4.2, S. 161) diskutiert werden.

Eine abseits stehende und in ihrer phylogenetischen Stellung noch ungeklärte Form ist *Apeomys* (Fahlbusch 1968, S. 233) aus dem Unter- und Mittel-Miozän. Mit u. a. stärker lophodonten und etwas erhöhten Kronen ist sie von allen anderen Eomyiden deutlich verschieden. Auch ist sie auf Europa beschränkt.

Von größter Bedeutung für die Geschichte der miozänen Eomyiden ist die Gattung *Pseudotheridomys*. Sie entsteht im unteren Ober-Oligozän aus *Eomys*, ist aber bereits in Gaimersheim neben jenem als selbständige Form *(Ps. pusillus)* erkennbar (Fahlbusch 1969; 1970, S. 99) und auch in Cournon *(Ps. „schaubi"*; Lavocat 1951, S. 42) und Coderet (Hugueney 1969, S. 98) belegt. Einer Weiterentwicklung dieser Form begegnen wir im Aquitan von Weißenburg 6 (Fahlbusch 1968), wo sich neben altertümlichen Elementen bereits moderne finden, welche der Typusart *Pseudotheridomys parvulus* bereits sehr ähnlich sind. In der Zeitspanne zwischen den Faunen von Coderet und Weißenburg 6 muß die Einwanderung der Gattung *Pseudotheridomys* nach Nordamerika erfolgt sein: Bei *Pseudotheridomys parvulus* (höheres Aquitan und Wende zum Burdigal) finden sich nämlich schon Merkmale (leichte Erhöhung der Kronen, Größenzunahme; vgl. Abschnitt 4.3, S. 163), welche dem nordamerikanischen *Pseudotheridomys hesperus* fehlen.

Als direkter Nachkomme von *Pseudotheridomys parvulus* findet sich im europäischen Mittel-Miozän die Gattung *Ligerimys* — ein Umbildungsvorgang, den ich im Detail beschrieben habe (Fahlbusch 1970). Dem europäischen *Ligerimys* vergleichbare Formen sind aus Amerika nicht bekannt. In Europa stirbt diese Gattung noch im Mittel-Miozän nachkommenlos aus.

Damit lassen sich für die europäischen Eomyiden zwei Entwicklungshöhepunkte erkennen: Der erste wird mit *Eomys* und *Rhodanomys* im Ober-Oligozän erreicht (z. B. Gaimersheim, Coderet) und fällt mit dem Zurücktreten bzw. Aussterben der Theridomorphen zusammen. Der zweite Höhepunkt liegt mit *Pseudotheridomys* und *Ligerimys* im höheren Aquitan und Burdigal (z. B. Estrepouy, Wintershof, Erkertshofen u. a.), wo die Cricetiden nach dem ersten Maximum ihrer Entwicklung im Ober-Oligozän und Aquitan und vor dem erneuten Aufblühen im Ober-Miozän vorübergehend stark an Bedeutung verlieren.

3.3 Die Eomyiden des höheren Jungtertiärs und Pleistozäns

Daß sich die Geschichte der europäischen Eomyiden bis in das Jungtertiär und sogar nahe an die Gegenwart fortsetzt, war bis zum Jahre 1953 unbekannt. Die Spaltenfüllung Neudorf a. d. March lieferte die damals jüngsten Vertreter dieser Familie, welche Schaub & Zapfe als *Pseudotheridomys carpathicus* beschrieben. Hartenberger errichtete für sie und eine jüngere Form die Untergattung *Keramidomys*, welche durch Hugueney & Mein (1968) zur Gattung erhoben wurde.

Neben dieser *Keramidomys*-Gruppe mit lophodonten Zahnkronen ist im

europäischen Jungtertiär eine Reihe von Arten mit cricetoidem Zahnbau bekannt, welche erstmals durch Hugueney & Mein (1968) der amerikanischen Gattung *Leptodontomys* zugeordnet wurden. Bei beiden Gruppen handelt es sich um sehr kleine Tiere, für die meistens nur wenige Exemplare vorliegen. Aus der Vermehrung der Fundorte (z. T. noch unpubliziert) zeigt sich aber, daß sie eine größere Verbreitung hatten als zunächst angenommen werden konnte. Bei den nachfolgenden Bemerkungen kann nur ein vorläufiges Bild entworfen werden, da ausreichendes Material, zusammenfassende Bearbeitungen und Vergleiche noch fehlen.

Die ältesten Vertreter der Gattung *Keramidomys* wurden von Hugueney & Mein als *Keramidomys thaleri* aus Vieux Collonges beschrieben. Diese Art gleicht so weitgehend gewissen Zähnen aus dem Aquitan von Weißenburg 6 (Fahlbusch 1968), daß trotz der erheblichen Dokumentationslücke zwischen den beiden Faunen nicht an einem direkten phylogenetischen Zusammenhang gezweifelt zu werden braucht. Eine Abstammung des *Keramidomys thaleri* von *Pseudotheridomys parvulus* oder *Ligerimys*, wie sie Hartenberger (1967) annahm, kommt auf Grund des inzwischen bekannt gewordenen Materials kaum mehr in Betracht.

Weitere Entwicklungsstadien der *Keramidomys*-Reihe sind durch *Keramidomys carpathicus*, *mohleri*, *anwilensis* und *pertesunatoi* von mehreren europäischen Fundorten bis in das Vallesien hinein bekannt. Eine vermutlich direkte Fortsetzung findet *Keramidomys* in dem kürzlich durch Jánossy (1969, 1970) beschriebenen *Estramomys simplex* aus dem Altpleistozän (oberes Villanium) Ungarns. Eomyiden der *Keramidomys*-Gruppe sind bisher nur aus Europa bekannt geworden.

Europäische Vertreter der *Leptodontomys*-Gruppe, welche durch den cricetoiden Bau ihrer Backenzähne leicht von *Keramidomys* zu unterscheiden sind, liegen ebenfalls von mehreren obermiozänen, pliozänen und pleistozänen Lokalitäten vor. Nach der noch unvollständigen Kenntnis umfaßt diese Gruppe vermutlich mehrere Entwicklungslinien, die durch unterschiedliche Größe ausgezeichnet sind. Der bisher älteste Beleg stammt aus dem Mittel-Miozän von Vieux Collonges (Cicha, Fahlbusch & Fejfar 1972, Tab. 2); durch de Bruijn wurde bereits 1965 (S. 183, Taf. 6, Fig. 18) ein Zahn von Manchones/Spanien bekannt gemacht, den er als *Eomys* sp. bestimmte; 1967 beschrieb Hartenberger *Eomys catalaunicus* von Can Llobateres. Diese Formen wurden neben einigen anderen, z. T. neuen Belegstücken von La Grive und Lissieu durch Hugueney & Mein alle der Gattung *Leptodontomys* zugeordnet, darunter auch die von Dehm (1962, S. 51) als Eomyidarum gen. et sp. indet. beschriebenen Zähne aus dem Altpleistozän von Schernfeld.

Neben dem lingualwärts verlängerten Anteroloph der oberen Molaren, auf das Hugueney & Mein (1968, S. 200) besonders hingewiesen haben, fällt an vielen der unteren Zähne das Posterolophid auf, welches häufig nicht in den Hinterarm des Hypoconids (wie bei *Eomys*) übergeht, sondern vielmehr unter Ausbildung eines nahezu rechten Winkels in das Hypolophid einmündet oder dieses auch nur schwach berührt.

Die generische Trennung dieser Formen von *Eomys* ist sicher gerechtfertigt. Da die erwähnten Besonderheiten in der Ausbildung des Anteroloph der oberen und des Posterolophid der unteren Molaren auch bei den nordamerikanischen *Leptodontomys*-Arten beobachtet werden können, erfolgt die Zuordnung der Arten beider Kontinente zu einer Gattung wohl zu Recht. Hierauf sowie auf die Frage nach der phylogenetischen Herkunft der Gattung *Leptodontomys* soll im Abschnitt 4.2 (S. 161) eingegangen werden.

4. Vergleiche nordamerikanischer und europäischer Eomyiden-Genera

Aus der vorangegangenen Übersicht über die bis jetzt bekannten Gattungen nordamerikanischer und europäischer Eomyiden ergibt sich, daß jeder der beiden Kontinente eine weitgehend eigenständige Geschichte seiner Eomyiden aufweist. Aus der Vielzahl der Gattungen treten nur wenige hervor, welche beiden Kontinenten gemeinsam oder mindestens sehr ähnlich sind. Diese verteilen sich auf folgende drei Gruppen:

1. Die *Adjidaumo-Eomys*-Gruppe, in welche *Protadjidaumo* einzubeziehen ist,
2. die *Leptodontomys*-Gruppe und
3. die *Pseudotheridomys*-Gruppe.

Nur die hierin aufgeführten Genera kommen für einen näheren Vergleich in Betracht. Alle restlichen Gattungen sind auf einen der beiden Kontinente beschränkt.

4.1 Die *Adjidaumo-Eomys*-Gruppe (incl. *Protadjidaumo*)

Alle Arten der Gattungen *Protadjidaumo, Adjidaumo* und *Eomys* sind durch den typisch cricetoiden Bauplan ihrer Backenzähne ausgezeichnet. Sie besitzen niedrige Kronen, bei welchen die Verbindungsgrate etwas niedriger sind als die Haupthöcker. Die Unterkiefer-Molaren besitzen ein durchlaufendes Anterolophid, welches gelegentlich isoliert steht, häufiger aber durch einen kurzen Steg mit dem Metalophid oder dem lingualen Teil des Protoconids in Verbindung steht; das Protoconid rückt niemals an den Vorderrand der Krone (wie z. B. bei *Paradjidaumo*). Das Hypolophid des P_4-M_2 verbindet sich mit dem rückwärtigen Teil des Hypoconids oder dem in dessen geradliniger Verlängerung liegenden Posterolophid; lediglich der P_4 von *Protadjidaumo* zeigt hierin eine abweichende Ausbildung (vgl. S. 145). Während sich bei *Adjidaumo* und *Eomys* die schmalste Stelle des Ectolophids normalerweise vor dem Hypoconid befindet, liegt diese bei *Protadjidaumo* hinter dem Protoconid; ob diesem Unterschied irgendwelche Bedeutung zukommt, kann vorläufig nicht entschieden werden. Die Länge des Mesolophids schwankt zwischen kurz und lang und ist — auch innerhalb einzelner Populationen (vgl. FAHLBUSCH 1970, Abb. 25) — so variabel, daß sie für unsere Vergleiche nicht in Betracht kommt. Auch die Vorderseite der P_4 und P^4 ist innerhalb der jeweiligen Fundorte großen Schwankungen unterworfen — Anteroloph(id) lang, kurz oder fehlend; vgl. FAHLBUSCH 1970, Abb. 9 und 26 —, so daß sie als diagnostisches Merkmal ausscheidet.

Zwischen dem Backenzahngebiß von *Adjidaumo* und *Eomys* sind somit keine morphologischen Unterschiede festzustellen. *Protadjidaumo* (bisher nur durch den Typus belegt) steht durch die Ausbildung in kleinen Details etwas abseits.

In der Größe der Backenzähne sind teilweise erhebliche Unterschiede festzustellen. Die nach der Morphologie sicher zu *Adjidaumo* zu stellende Mandibel von McCarty's Mountain (vgl. S. 149) ist deutlich größer als alle mir sonst bekannt gewordenen Stücke von *Adjidaumo* und *Eomys;* auch *Eomys major* (Gaimersheim und Quercy) bleibt in den Maßen ein wenig hinter diesem Unterkiefer zurück. — *Adjidaumo minutus,* aus dem nordamerikanischen Orellan gut belegt, liegt mit seinen Zahnmaßen im oberen Teil des Verbreitungsbereichs von *Eomys zitteli* aus Gai-

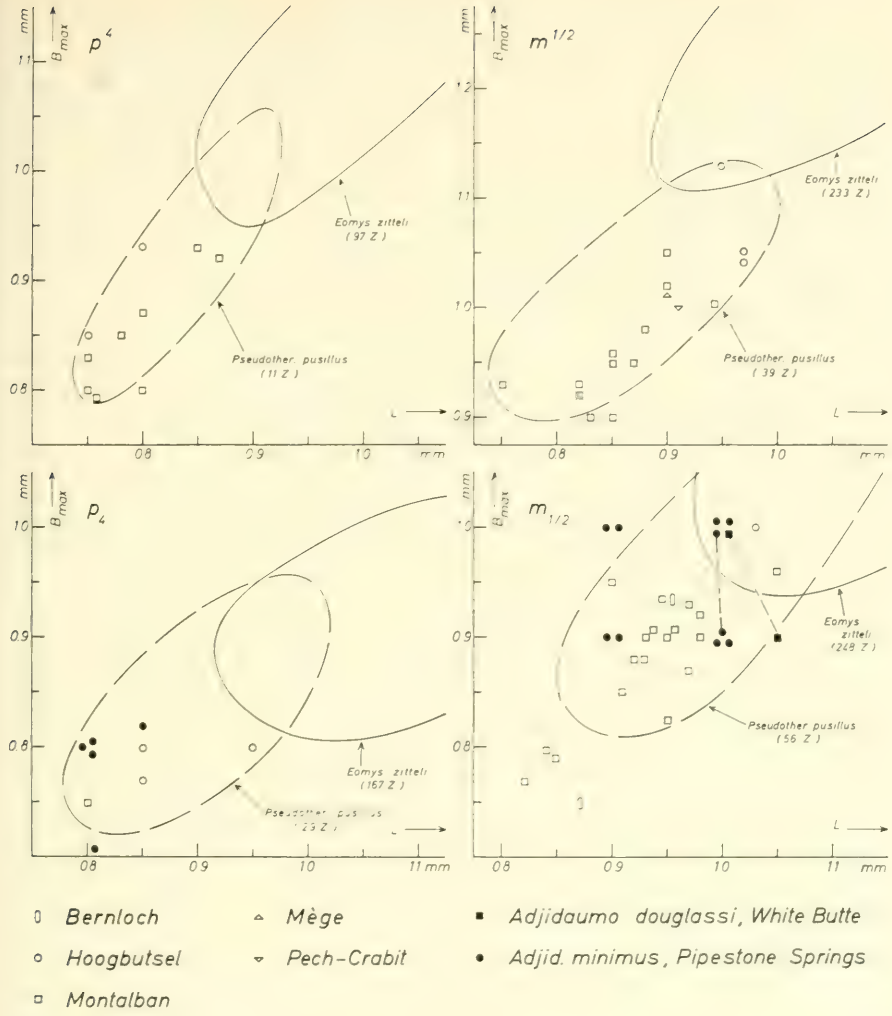


Abb. 3: Längen-Breiten-Diagramme für Eomyiden-Zähne aus dem Mittel-Oligozän Europas und vergleichbare Formen aus dem Unter- und Mittel-Oligozän Nordamerikas. Die eingerahmten Größenbereiche beziehen sich auf Material aus der oberoligozänen Spaltenfüllung Gaimersheim (vgl. FAHLBUSCH 1970).

mersheim oder darüber (außerhalb der in Abb. 3 erfaßten Bereiche), erreicht also fast oder ganz die Größe des *Eomys major*. Möglicherweise sind die P^4 des *Adjidaumo minutus* relativ kürzer als bei *Eomys;* sie stimmen größenmäßig besser mit *Eomys zitteli* überein. *Protadjidaumo* liegt im Größenbereich des *Eomys zitteli.* Kleiner als *Eomys zitteli* dagegen sind der mitteloligozäne *Adjidaumo douglassi*

und der unteroligozäne *Adjidaumo minimus*. Sie zeigen in ihren Maßen auffallende Übereinstimmung mit den Zähnen aus dem europäischen Mittel-Oligozän.

In der Ausbildung der Zahnwurzeln zeigen sich keine Unterschiede. — Zwischen *Eomys* und *Adjidaumo minutus* besteht auch insofern Übereinstimmung, als der Schneidezahn des Unterkiefers an der Vorderseite extern eine deutliche Schmelzleiste besitzt; bei *Adjidaumo minimus* dagegen fehlt diese; von *Adjidaumo douglassi* ist der Schneidezahn nicht bekannt. — Im Bau des Unterkiefers bestehen zwischen *Adjidaumo* und *Eomys* keine Unterschiede. Hierin sind sich jedoch auch einige andere Eomyiden-Gattungen sehr ähnlich, so daß auf Einzelheiten in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden braucht.

Der Vergleich einiger Gesichtsschädel von *Eomys zitteli* und *Adjidaumo minutus* ergab ebenfalls weitestgehende Übereinstimmung. Ein geringfügiger Unterschied war nur insofern zu erkennen, als die Naht zwischen Prämaxillare und Maxillare bei *Eomys zitteli* unmittelbar vor dem Infraorbitalforamen liegt, bei *Adjidaumo minutus* dagegen etwas weiter davor. Bei einem gemeinsamen Studium des Materials mit Prof. Dr. A. E. Wood in Amherst äußerte er die Ansicht, daß es sich hierbei um ein Merkmal von generischer Bedeutung handele, und daß die Verhältnisse bei *Eomys zitteli* einen progressiven Zustand kennzeichnen insofern, als das Infraorbitalforamen im Laufe der Entwicklung näher an die Prämaxillare-Maxillare-Naht verlagert werde (im Zusammenhang mit der Vergrößerung der Muskelansatzstellen hinter dem Infraorbitalforamen). Zur sicheren Beurteilung dieses Unterschiedes bei den Eomyiden bedarf es wohl noch weiteren Schädelmaterials.

Aus dem Vergleich ergibt sich also, daß die Arten der Gattung *Eomys* denen der Gattung *Adjidaumo* morphologisch sehr ähnlich sind. Die engsten Beziehungen (auch in der Größe) bestehen zwischen den mitteloligozänen Formen Europas einerseits und *Adjidaumo minimus* (Unter-Oligozän) und *Adjidaumo douglassi* (Mittel-Oligozän) aus Nordamerika andererseits; hier dürfte es in Einzelfällen sogar schwierig sein, bei dem meist geringen Material spezifische Unterschiede festzustellen.

An einem engen verwandtschaftlichen Zusammenhang beider Gattungen ist daher nicht zu zweifeln. Dem entsprechen auch die stratigraphischen Befunde: In Nordamerika erscheinen die Eomyiden erstmals im Ober-Eozän; es spricht manches dafür, daß sie sich auch auf nordamerikanischem Boden entwickelt haben (vgl. S. 145). Im Unter-Oligozän finden sich in Nordamerika Formen, welche den ersten (mitteloligozänen) Vertretern in Europa sehr ähnlich sind; der mitteloligozäne *Adjidaumo minutus* kommt wegen seiner Größe als Ausgangsform für die europäischen Vertreter wahrscheinlich nicht in Frage. Vor der Zeit des unteren Mittel-Oligozän sind Eomyiden oder mögliche Vorläufer aus Europa nicht bekannt.

Es darf daher festgestellt werden, daß sich die europäischen Eomyiden aus nordamerikanischen Formen entwickelt haben, welche den Arten *Adjidaumo minimus* und *A. douglassi* sehr nahestehen, und vermutlich im (oberen?) Unter-Oligozän in die Alte Welt einwanderten.

Zur Nomenklatur erhebt sich abschließend die Frage, ob es bei der großen Ähnlichkeit zwischen *Adjidaumo* und *Eomys* gerechtfertigt ist, beide Gattungsnamen länger aufrecht zu erhalten, oder ob der Name *Adjidaumo* Hay, 1899 als jüngeres Synonym zu *Eomys* Schlosser, 1884 aufzugeben ist. Angesichts der Tatsache, daß mit *Eomys* in Europa ein völlig neues Kapitel in der Geschichte der Eomyiden beginnt, daß sich ferner beide Namen in den jeweiligen Kontinenten seit vielen

Jahrzehnten eingebürgert haben, und daß die Aufgabe des jüngeren Namens eher Verwirrung als Klärung herbeiführen würde, möchte ich mich für die Beibehaltung beider Gattungsnamen aussprechen. Das Wissen um die stammesgeschichtlichen Zusammenhänge braucht dadurch nicht beeinträchtigt zu werden.

4.2 Die *Leptodontomys*-Gruppe

Die Zuordnung europäischer, zunächst mehr provisorisch zu *Eomys* gestellter kleiner Formen des Jungtertiärs zur amerikanischen Gattung *Leptodontomys* erfolgte erstmals durch Hugueney & Mein (1968). Einige morphologische Details, insbesondere die linguale Fortsetzung des Anteroloph am $M^{1/2}$ und der Verlauf des Posterolophid am P_4-M_2 (vgl. Kap. 2.3.2, S. 151, und 3.3, S. 161) bilden — bei anderen Eomyiden normalerweise unbekannt — eine auffallende Übereinstimmung. Nur bei *Protadjidaumo* aus dem Ober-Eozän Nordamerikas beobachtet man ein Posterolophid, das demjenigen von *Leptodontomys* ähnlich ist (vgl. S. 145).

Obwohl der Vergleich sich vorerst nur auf die Kronenmorphologie stützen kann, ist die Ähnlichkeit zwischen den Formen beider Kontinente so groß, daß die Zugehörigkeit zu einer Gattung nach jetziger Kenntnis als sehr wahrscheinlich zu bezeichnen ist.

Vorerst ungeklärt ist die Frage nach der Abstammung der Gattung *Leptodontomys*. Shotwell (1967, S. 5) glaubte Beziehungen zur unter- und mitteloligozänen Gattung *Adjidaumo* zu sehen. Auf die Unterschiede zwischen beiden wurde bereits früher (S. 151) hingewiesen. Hugueney & Mein (1968, S. 196) andererseits erörterten die Beziehungen zwischen den europäischen *Leptodontomys*-Arten und den letzten (mittelmiozänen) Vertretern der Gattung *Eomys;* trotz großer morphologischer Ähnlichkeit meinten sie enge stammesgeschichtliche Beziehungen nicht annehmen zu können wegen der relativen Größe des letzten *Eomys rhodanicus* (Vieux Collonges) im Vergleich zum ersten sehr kleinen *Leptodontomys,* der seinerzeit aus Manchones bekannt war.

Inzwischen konnte *Leptodontomys* auch aus Vieux Collonges nachgewiesen werden (Cicha, Fahlbusch & Fejfar 1972, Tab. 2). Ferner können bei älteren Belegen von *Eomys rhodanicus* oder ihm nahestehenden Zähnen aus dem Burdigal von Bissingen (Fahlbusch 1970, Taf. 2, Fig. 4) Anklänge an die für *Leptodontomys* charakteristischen Merkmale beobachtet werden (vgl. auch Hugueney & Mein 1968, Abb. 23). So ist es nicht ausgeschlossen, daß sich *Leptodontomys* von Spätformen der Gattung *Eomys,* über die noch relativ wenig bekannt ist, ableitet — jedoch nicht von *Eomys rhodanicus* selbst. Dabei müßte allerdings mit einer gewissen Größenabnahme gerechnet werden — ein Prozeß, der bei Nagetieren zwar selten ist, aber in neuerer Zeit gelegentlich beschrieben wurde.

Weiterhin ist zu bedenken, daß es in Amerika für den Zeitraum zwischen Orellan und Barstovian — d. h. über ca. 15 Millionen Jahre hin — keinerlei Anzeichen eines Weiterbestehens von Nachkommen der Gattung *Adjidaumo* gibt. Eine Entstehung der Gattung *Leptodontomys* auf europäischem (oder eurasiatischem) Boden im Laufe des Mittel- (oder Unter-) Miozäns und Einwanderung nach Nordamerika im Ober-Miozän halte ich vorläufig nicht für ausgeschlossen. Eine Klärung dieser Frage kann aber wohl nur durch neues und reicheres Material von beiden Kontinenten erbracht werden.

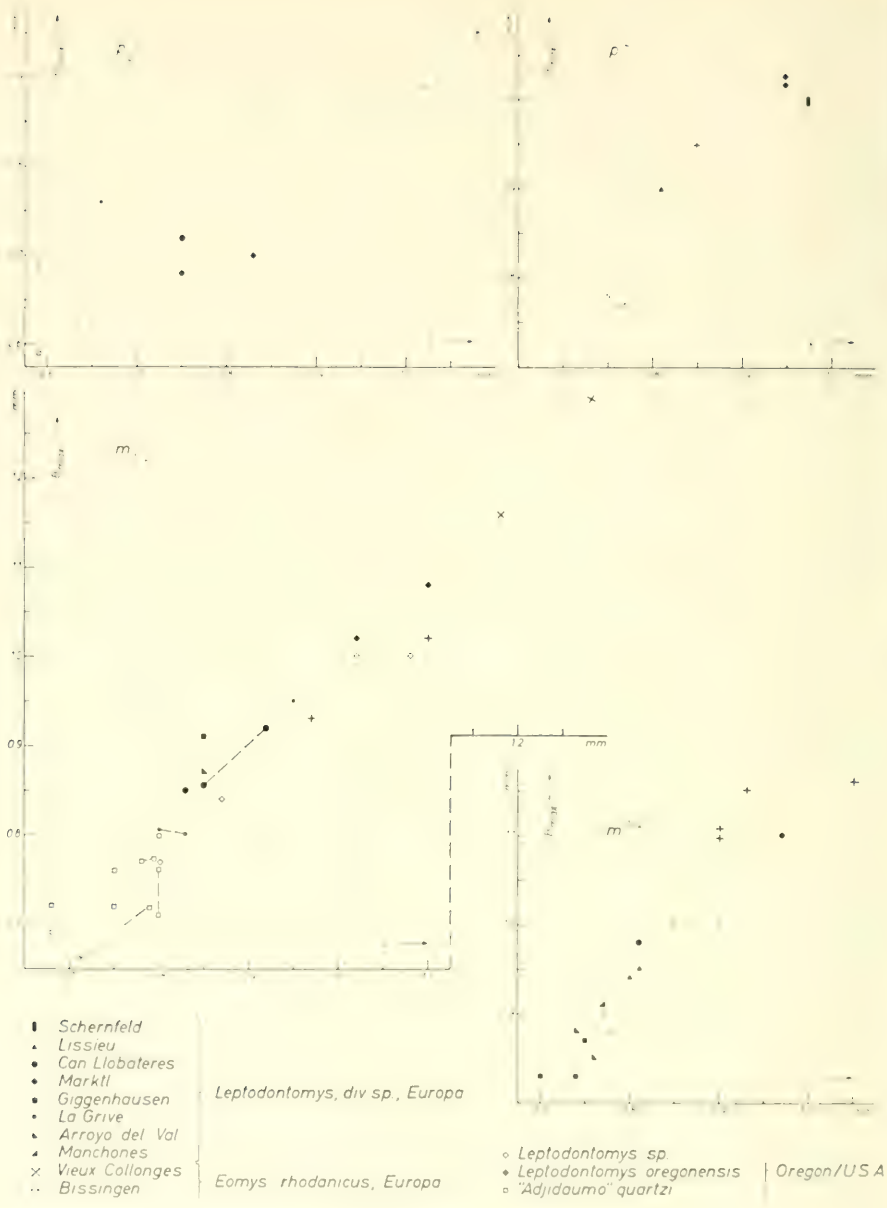


Abb. 4: Längen-Breiten-Diagramme für Eomyiden-Zähne der *Leptodontomys*-Gruppe aus Europa und Nordamerika.

4.3 Die *Pseudotheridomys*-Gruppe

Seit dem ersten Nachweis der Gattung *Pseudotheridomys* in Nordamerika (Wilson 1960) hat es keinen Zweifel an der generischen Identität der alt- und neuweltlichen Formen gegeben. Da inzwischen die Kenntnis der europäischen Pseudotheridomyiden erweitert werden konnte (Fahlbusch 1968, 1970; Hugueney 1969), und auch aus Amerika zusätzliches Material vorliegt, soll hier nochmals auf einige Details eingegangen werden.

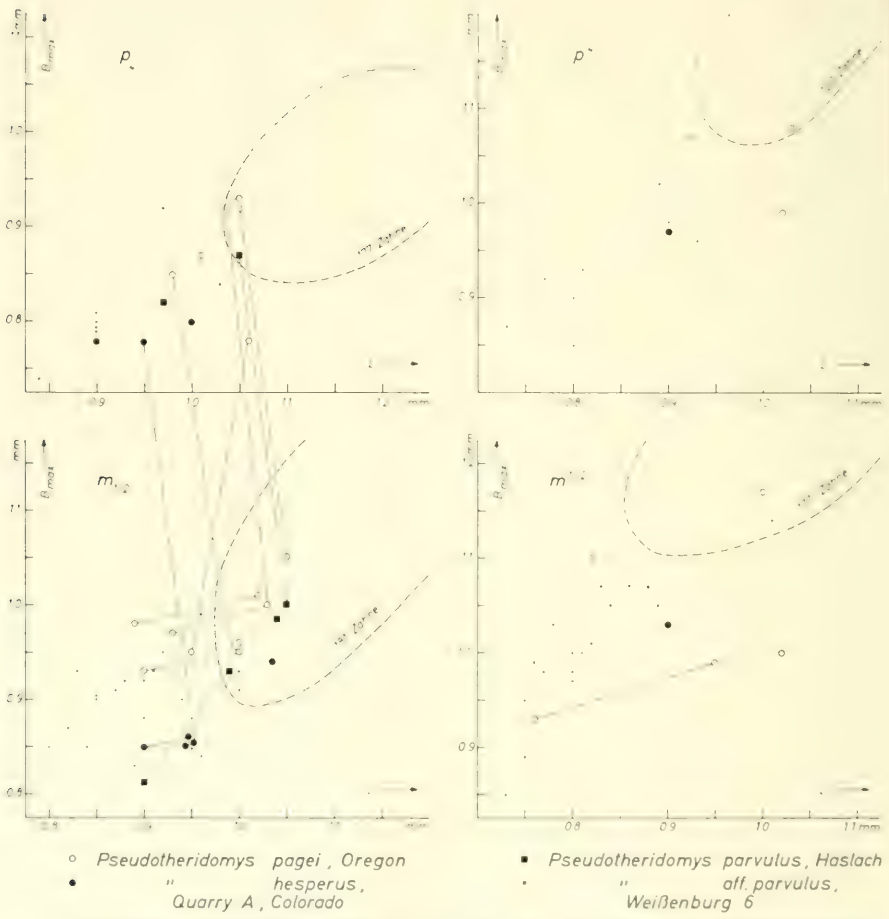
Bei einem unmittelbaren Vergleich des nordamerikanischen Materials mit verschiedenen Kollektionen europäischer Fundorte zeigt sich, daß *Pseudotheridomys hesperus* einigen Zähnen von Weißenburg 6 (Fahlbusch 1968) besonders ähnlich ist. Die Population dieser Fundstelle steht vermittelnd zwischen dem altertümlichen *Pseudotheridomys pusillus* und *Ps. parvulus*, und die fortschrittlichen Elemente von diesem Fundort — ähnliche gibt es bereits in Coderet (Hugueney 1969, Taf. 3, Fig. 7, 8, 10) — entsprechen denjenigen von *Pseudotheridomys hesperus* besonders gut, auch in den Maßen und Proportionen. Die oberaquitanen und unterburdigalen Repräsentanten, welche meist als *Pseudotheridomys parvulus* bezeichnet werden und mit welchen seinerzeit Wilson sein Material verglichen hat, besitzen bereits eine geringfügig höhere Krone, sind größer, haben ein stärker vorwärts gebogenes Metalophid und ein seltener unterbrochenes Ectolophid; die Innensynklinalen I, II und IV sind häufiger abgeriegelt als bei der mittelaquitanen und den oberoligozänen Formen. Daß es sich bei der Weißenburger Form aber eben in den erwähnten fortschrittlichen Elementen um eine Vorstufe des typischen *Pseudotheridomys parvulus* handelt, habe ich 1968 und 1970 zu zeigen versucht.

Bei den ersten Einwanderern der Gattung *Pseudotheridomys* muß also jenes Entwicklungsstadium, welches von *Pseudotheridomys pusillus* aus zu *Pseudotheridomys parvulus* führte, bereits erreicht gewesen sein, und zwar ausschließlich. In Nordamerika ist bisher jedenfalls nichts bekannt geworden, was an *Keramidomys* (= „*Pseudotheridomys*“ *carpathicus* u. a.) erinnert, welcher sich nach meiner Meinung an die altertümlichen Elemente der Population von Weißenburg 6 und Coderet anschließen läßt. Andererseits ist bei *Pseudotheridomys hesperus* noch nicht jenes Stadium erreicht, das durch die Formen von Estrepouy oder Bissingen (Morphotyp A, Fahlbusch 1970) gut belegt ist. Auch von einer Tendenz zu *Ligerimys*-artigen Eomyiden ist in Nordamerika nichts bekannt.

Daraus dürfen wir schließen, daß die Einwanderung der Gattung *Pseudotheridomys* nach Nordamerika nicht vor dem unteren oder mittleren Aquitan (Weißenburg 6), aber noch vor dem Ende des Aquitans/Unter-Burdigals (Estrepouy und Bissingen) erfolgt sein muß. Hieraus darf andererseits gefolgert werden, daß die Lokalität Quarry A nicht älter als das europäische Mittel- oder Ober-Aquitan sein kann.

Wie die weitere Entwicklung der Gattung *Pseudotheridomys* in Amerika zeigt, verläuft diese nicht etwa parallel mit derjenigen, welche aus Europa gut belegt ist. *Pseudotheridomys pagei* entspricht morphologisch dem Stadium, das aus dem ausgehenden Aquitan und Burdigal bekannt ist (jedoch ohne die Tendenz zur Entwicklung eines *Ligerimys*), obgleich die Fundstellen des Quartz Basin und Red Basin in Oregon erheblich jünger sind. Die gleiche Entwicklung, welche sich in Europa zwischen dem mittleren Aquitan (Weißenburg 6) und untersten Burdigal (Bissingen, Estrepouy) vollzog, lief in Amerika wesentlich langsamer und dauerte bis in

das Barstovian an, bis in eine Zeit also, da es in Europa längst keinen *Pseudotheridomys* (s. str.) mehr gab. Sie kommt dort aber ohne eine Weiterentwicklung offensichtlich zum Ende.



○ *Pseudotheridomys pagei, Oregon*
● *" hesperus, Quarry A, Colorado*
▪ *Pseudotheridomys parvulus, Haslach*
▪ *" aff. parvulus, Weißenburg 6*

Zum Vergleich die Variationsbereiche für die Zähne des Morphotyps A (= Pseudotheridomys) aus der Pseudotheridomys - Ligerimys - Übergangspopulation von Bissingen („Wütherich")

Abb. 5: Längen-Breiten-Diagramme für Kiefer und Zähne verschiedener Arten der Gattung *Pseudotheridomys* aus Europa und Nordamerika.

5. Zusammenfassender Überblick (deutsch und englisch)

5.1 Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Eomyiden

Der Beginn der Geschichte der Eomyiden als selbständiger Nagetiergruppe, welche bis in das Pleistozän große morphologische Geschlossenheit zeigt, liegt im Ober-Eozän, höchstwahrscheinlich in Nordamerika. Als Stammgruppe kommen bestimmte Gattungen aus der Familie der Sciuravidae in Betracht, am ehesten *Pauromys* oder verwandte Formen aus dem Mittel-Eozän. Eine erste Aufspaltung in verschiedene Entwicklungsreihen muß für die Zeit des Ober-Eozäns angenommen werden, obgleich Eomyiden aus dieser Zeit nur von wenigen Lokalitäten bekannt sind. Bereits im Unter-Oligozän begegnen wir in Nordamerika mindestens 6, allerdings meist dürftig belegten Eomyiden-Gattungen, welche untereinander stark voneinander verschieden sind, und deren Differenzierung teilweise bis in das Ober-Eozän zurückreichen dürfte. Nur zwei dieser Genera *(Adjidaumo* und *Paradjidaumo)* sind noch im Mittel-Oligozän Nordamerikas anzutreffen, gehören jetzt aber zu normalen Komponenten zahlreicher Kleinsäuger-Faunen. Als einzige Gattung dauert *Paradjidaumo* mit vereinzelten Belegen bis in das Ober-Oligozän an. Mit dem Verschwinden der Eomyiden in Nordamerika treten die Geomyiden und Heteromyiden stark in den Vordergrund.

Während wir für die nordamerikanischen Eomyiden einen ersten Entwicklungshöhepunkt im Unter-Oligozän (Zahl der Gattungen) und Mittel-Oligozän (Zahl der Individuen weniger Arten) beobachten, fehlt in Europa vor dem Mittel-Oligozän jede Spur von Eomyiden oder möglicher Vorfahren. Erst ab dem basalen Mittel-Oligozän sind hier Formen belegt, welche den kleinen Arten der Gattung *Adjidaumo* so ähnlich sind, daß es schwer fällt, sie von jenen zu unterscheiden. Leider besteht für den gesamten asiatischen Raum bezüglich der Eomyiden noch immer eine absolute Dokumentationslücke. Dennoch gibt es nach den morphologischen Vergleichen und den stratigraphischen Befunden für die europäischen Eomyiden keine andere Möglichkeit als sie — wie manche andere Säugetiere des europäischen Mittel-Oligozäns — als Einwanderer aus bzw. über Asien zu betrachten.

Ein erster Entwicklungshöhepunkt der europäischen Eomyiden fällt in das Ober-Oligozän, gleichzeitig mit dem Zurücktreten der Theridomorphen. Ein nicht minder markanter Höhepunkt ist im Aquitan/Burdigal festzustellen (gleichzeitig mit *Melissiodon),* wo die im Oligozän und Unter-Miozän herrschenden Cricetiden fast völlig erlöschen. Die große Blüte der burdigalen Eomyiden findet ihr Ende *(Ligerimys),* nachdem die offenbar aus Asien eingewanderten modernen Cricetiden im Mittel-Miozän die Vorherrschaft eingenommen haben.

Während im Unter-Oligozän eine Wanderung von *Adjidaumo* in die Alte Welt erfolgte, welcher hier als *Eomys* eine neue erfolgreiche Ausbreitung erfuhr, gelangten im Unter-Miozän Angehörige der in Europa aus *Eomys* entstandenen Gattung *Pseudotheridomys* nach Nordamerika. Sie blieben in Amerika bis in das Ober-Miozän zwar ohne wesentliche Veränderungen erhalten, erfuhren aber — den Geomyiden, Heteromyiden und später auch Cricetiden unterlegen — keine große Ausbreitung oder Differenzierung.

Eine ähnliche Konkurrenz — wohl hauptsächlich durch die äußerst erfolgreichen Cricetiden — dürfte ein Grund dafür sein, daß Abkömmlinge der Gattung

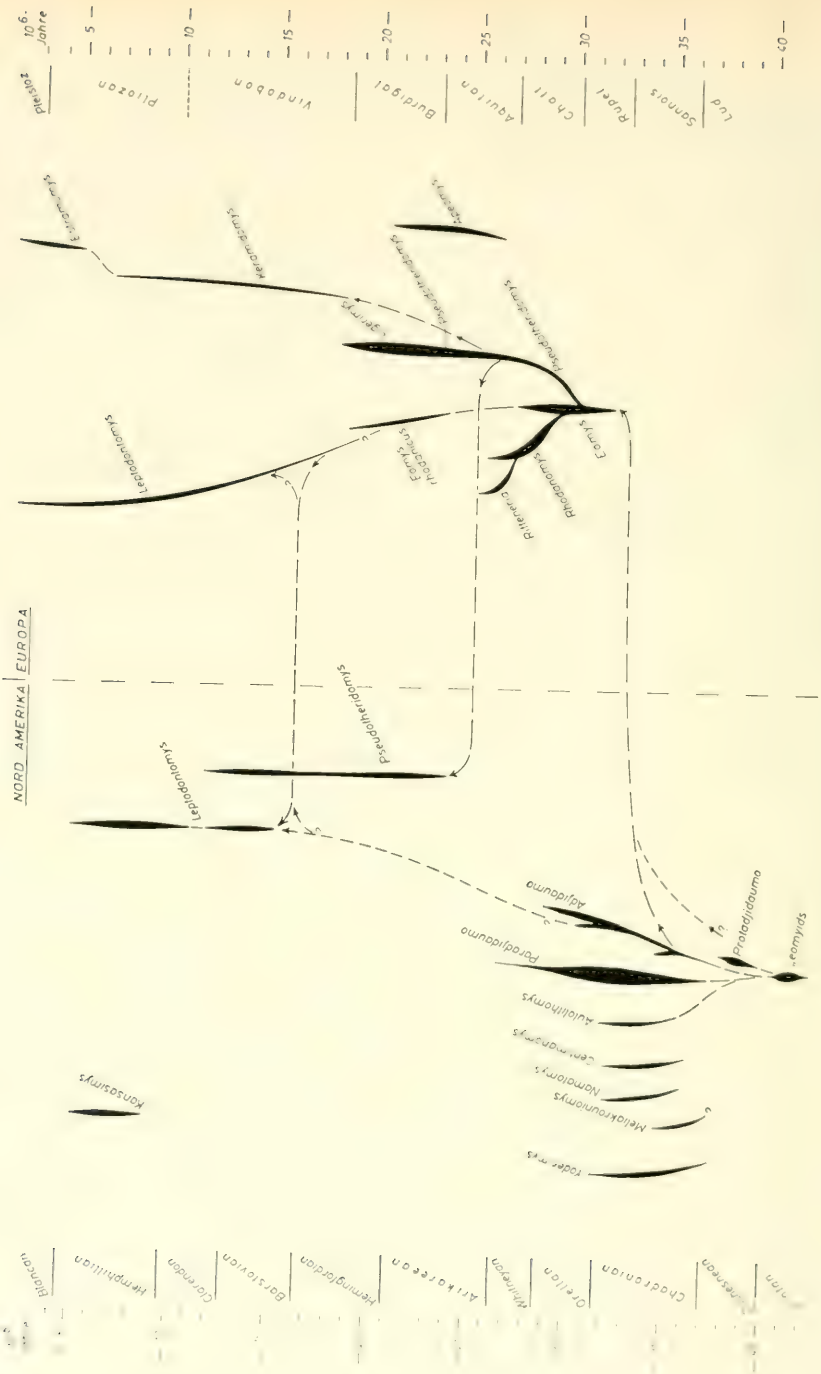


Abb. 6: Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Eomyiden Nordamerikas und Europas und deren Beziehungen zueinander.

Pseudotheridomys in Europa zwar bis in das Pleistozän hinein existierten *(Keramidomys, Estramomys),* größen- und zahlenmäßig aber äußerst unscheinbar blieben. Dasselbe gilt für die Arten der Gattung *Leptodontomys,* welche in Europa ebenfalls erst im Pleistozän ausstarben, in Nordamerika nur bis zum Hemphillian bekannt sind. Gebiß-morphologische Eigentümlichkeiten sprechen dafür, daß die europäischen und nordamerikanischen Vertreter eine gemeinsame Wurzel in mittelmiozänen Nachkommen der Gattung *Eomys* haben, welche erst im Ober-Miozän nach Nordamerika gelangten. Andererseits bestehen Ähnlichkeiten zu dem obereozänen *Protadjidaumo,* von dem die ersten nordamerikanischen Arten des obermiozänen *Leptodontomys* allerdings durch eine Dokumentationslücke von mindestens 15 Millionen Jahren getrennt sind. Die Frage, ob die europäischen und nordamerikanischen Arten tatsächlich gemeinsamen Ursprungs sind und dementsprechend in einer Gattung vereinigt werden dürfen — die bisherigen Befunde sprechen meines Erachtens dafür — können derzeit noch nicht hinreichend beantwortet werden.

Zusammenfassend läßt sich festhalten:

Zeiten der Wanderung von Eomyiden sind: Unter-Oligozän — von Nordamerika nach Europa (von mindestens 6 Gattungen nur *Adjidaumo*). Unter-Miozän — von Europa nach Nordamerika (von mindestens 5 Gattungen nur *Pseudotheridomys*). Möglicherweise Mittel-Miozän — von Europa nach Nordamerika? *(Leptodontomys).* — Als Wanderweg kommt in jedem Fall nur die Route Asien — Beringstraße bzw. umgekehrt in Betracht, nachdem die direkte Verbindung Europa-Amerika bereits ab Unter-Eozän unterbrochen war, andererseits die bis in das Eozän hinein Europa und Asien trennende Turgai-Straße von der Tethys zum Arktischen Meer nicht mehr bestand (Simpson 1947; Szalay & McKenna 1971). Für die Existenz einer direkten, bis in das Jungtertiär bestehenden Landverbindung zwischen Nordamerika und Europa über Grönland—Island, wie sie kürzlich von Strauch (1970) diskutiert wurde, gibt es seitens der Nagetiere trotz des sicheren Austausches in einigen Gruppen insgesamt betrachtet keine gesicherten Argumente.

5.2 The evolution of the eomyids

The eomyids developed during the Upper Eocene most probably in North America, being an independent group of rodents which show a great morphological conformity up to the Pleistocene. As ancestors we consider certain genera of the Sciuravidae, especially *Pauromys* or related forms from the Middle Eocene. A first splitting into different evolutionary lines has to be assumed for the Upper Eocene although at that time eomyids are known only from a few localities. From the Lower Oligocene already 6 genera are known in North America, most of which are represented so far by only very few specimens. These genera, however, are highly different from each other and the differentiation should partly date back to the Upper Eocene. Only two genera *(Adjidaumo* and *Paradjidaumo)* are still to be found in the Middle Oligocene of North America; they now belong to normal components of many micromammal faunas. *Paradjidaumo* is the only genus that lasts to the Upper Oligocene with single records. Already during the Oligocene the comyids seem to have been replaced by geomyids and heteromyids.

While we do observe in North America a first maximum of evolution in the Lower Oligocene (number of genera) and Middle Oligocene (number of individuals of

Abb. 7: Schaubild zur Evolution der Eomyiden.

a few species), in Europe there is no trace of eomyids or any possible ancestors before the Middle Oligocene. Only from the very beginning of Middle Oligocene time we find eomyids here which look so much like the small species of the genus *Adjidaumo* that it is hard to separate them from one another. Unfortunately in Asia there is still an absolute lack of documentation concerning eomyids. Nevertheless, on the basis of morphological comparison and according to the stratigraphic record there is no other possibility for the european eomyids than to consider them as being immigrants from or through Asia — as there are several other mammals of the European Middle Oligocene.

In European eomyids there is a first maximum of evolution to be seen in the Upper Oligocene, simultaneously with the retreat of the Theridomorpha. A second maximum can be recognized in the Aquitanian/Burdigalian (also true for *Melissiodon*) when the cricetids vanish almost completely which were dominant during Upper Oligocene and Aquitanian time. The flourishing time of eomyids with the genus *Ligerimys* in the Burdigalian came to an end probably by the immigration of modernized types of cricetids from Asia during the Middle Miocene.

As in the Lower Oligocene the genus *Adjidaumo* migrated from North America to the Old World where it found a successful extension and development as *Eomys,* members of the European genus *Pseudotheridomys* — originated from *Eomys* — migrated in opposite direction in Lower Miocene time. There are records in North America up to Upper Miocene, and without any major changes; they did not get spread out or differentiated probably because they were overcome by geomyids, heteromyids, and lateron cricetids.

In Europe a similar rivalry — especially with the very successful cricetids — is supposed to be the reason for the descendants of the genus *Pseudotheridomys* to stay very small and few although they did exist until Pleistocene *(Keramidomys, Estramomys).* The same seems to be true for the genus *Leptodontomys.* It became extinct in Europe during Pleistocene time while it is known in North America only up to the Pliocene. Because of morphological peculiarities in the dentition it seems reasonable that there is a common ancestor for both, North American and European species, possibly represented by the Middle Miocene species of *Eomys* which only got to North America during the Upper Miocene. On the other hand there are similarities to the Upper Eocene genus *Protadjidaumo.* But first North American representatives of Upper Miocene *Leptodontomys* are separated from *Protadjidaumo* by a gap in documentation of at least 15 million years. So we cannot answer the question sufficiently if the European and North American species are of the same origin and hence are to be put into the same genus — so far it seems reasonable to me.

We can summarize as follows:

Times of eomyid migrations are: During the Lower Oligocene from North America to Europa (only *Adjidaumo* out of at least 6 genera); during the Lower Miocene from Europe to North America (only *Pseudotheridomys* out of at least 5 genera); probably during the Middle Miocene from Europe to North America? *(Leptodontomys).* In any case the route of migration was only via Asia — Bering Strait or reverse, as the direct connection between North America and Europe was interrupted since Lower Eocene; on the other side the Turgai Strait which had separated Europe and Asia did exist only until Eocene time (Simpson 1947; Szalay & McKenna 1971). In spite of some exchange in different groups of rodents bet-

ween North America and Europe there is no certain evidence for the existence of a direct connection between the two continents across Greenland — Iceland until Young Tertiary time as has been discussed recently by STRAUCH (1970).

6. Literatur

BLACK, C. C.: Fossil Mammals from Montana. Pt. 2. Rodents from the Early Oligocene Pipestone Springs Local Fauna. — Ann. Carnegie Mus., **38** (1), 1—48, 6 Abb., Pittsburgh/Pa. 1965.

BLACK, C. C.: Fossil Vertebrates from the Late Eocene and Oligocene, Badwater Creek Area, Wyoming, and some Regional Correlations. — 21. Ann. Field Confer., Wyoming Geol. Assoc. Guidebook, 43—47, 1 Abb., 2 Tab., Casper/Wyom. 1969.

BLACK, C. C. & DAWSON, M. R.: Paleontology and Geology of the Badwater Creek Area, Central Wyoming. Part 1. History of Field Work and Geological Setting. — Ann. Carnegie Mus., **38** (13), 297—307, 1 Abb., 1 Tab., Pittsburgh/Pa. 1966 (1966a).

BLACK, C. C. & DAWSON, M. R.: A Review of Late Eocene Mammalian Faunas from North America. — Amer. J. Sci., **264**, 321—349, 4 Abb., 2 Tab., New Haven 1966 (1966b).

BRUIJN, H. de: Miocene Gliridae, Sciuridae and Eomyidae (Rodentia, Mammalia) from Calatayud (Prov. Zaragoza, Spain), and their Bearing on the Biostratigraphy of the Area. (Ms.) — Unveröff. Diss., 204 S., 18 Abb., 11 Taf., Univ. Utrecht 1965.

BURKE, J. J.: New Duchesne River Rodents and a Preliminary Survey of the Adjidaumidae. — Ann. Carnegie Mus., **23**, 391—398, 4 Abb., Pittsburgh/Pa. 1934.

CICHA, I., FAHLBUSCH, V. & FEJFAR, O.: Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **140** (2), 129 bis 145, 2 Tab., Stuttgart 1972.

DAWSON, M. R.: Middle Eocene Rodents (Mammalia) from Northeastern Utah. — Ann. Carnegie Mus., **39** (20), 327—370, 54 Abb., 6 Tab., Pittsburgh/Pa. 1968.

DEHM, R.: Über neue tertiäre Spaltenfüllungen des süddeutschen Jura- und Muschelkalk-Gebietes. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **1**, 27—56, 5 Abb., 2 Taf., München 1961.

DEHM, R.: Altpleistocäne Säuger von Schernfeld bei Eichstätt in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **2**, 17—61, 7 Abb., 4 Taf., München 1962.

EMRY, R. J.: A New Heteromyid Rodent from the Early Oligocene of Natrona County, Wyoming. — Proc. Biol. Soc. Washington, **85** (14), 179—190, 2 Abb., 1 Tab., Washington 1972.

ENGESSER, B.: Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwil (Baselland). — Tätigkeitsber. Naturforsch. Ges. Baselland, **28**, 35—363, 134 Abb., 6 Tab., 38 Diagr., 6 Taf., Liestal 1972.

FAHLBUSCH, V.: Neue Eomydie (Rodentia, Mamm.) aus einer aquitanen Spaltenfüllung von Weißenburg in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **8**, 219—245, 9 Abb., 2 Taf., München 1968.

FAHLBUSCH, V.: *Pseudotheridomys pusillus* n. sp., ein neuer Eomyide (Rodentia, Mamm.) aus dem Oligozän Süddeutschlands. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1969** (11), 673—679, 1 Abb., Stuttgart 1969.

FAHLBUSCH, V.: Populationsverschiebungen bei tertiären Nagetieren, eine Studie an oligozänen und miozänen Eomyidae Europas. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F. **145**, 1—136, 42 Abb., 26 Tab., 11 Taf., München 1970.

FRANZEN, J. L.: Revision der Gattung *Palaeotherium* CUVIER 1804 (Palaeotheriidae, Perissodactyla, Mammalia). 2 Bde. — Diss. Univ. Freiburg, 1—181, 20 Abb., 15 Tab., 35 Taf., Freiburg/Br. 1968.

GALBREATH, E. C.: A New Eomyid Rodent from the Lower Oligocene of Northeastern Colorado. — Trans. Kansas Acad. Sci., **58** (1), 75—78, 1 Abb., 1 Tab., Topeka 1955.

Harris, J. M. & Wood, A. E.: A New Genus of Eomyid Rodent from the Oligocene Ash Spring Local Fauna of Trans-Pecos Texas. — Pearce Sellards Ser., **14**, 1—7, 1 Abb., 1 Tab., Austin/Texas 1969.

Hartenberger, J.-L.: Les Rongeurs du Vallésien (Miocène supérieur) de Can Llobateres (Sabadell, Espagne): Gliridae et Eomyidae. — Bull. Soc. Géol. France, 7e sér., **8** (4), 596—604, 5 Abb., 2 Tab., Paris 1967.

Hugueney, M.: Les Rongeurs (Mammalia) de l'Oligocène supérieur de Coderet-Bransat (Allier). — Thèse Univ. Lyon, 1—227, 116 Abb., 5 Taf., Lyon 1969.

Hugueney, M. & Mein, P.: Les Eomyidés (Mammalia, Rodentia) néogènes de la région Lyonnaise. — Geobios, **1**, 187—203, 1 Taf., Lyon 1968.

Jánossy, D.: Új Eomyida (Rodentia, Mammalia) a bódvaszilasi Osztramosi köfejtö 3. lelethelyének alsópleistocén faunájából (A New Eomyid [Rodentia, Mammalia] from the Lowest Pleistocene of Hungary). — Öslénytani Viták — Palaeont. Disc., **13**, 5—40, 1 Taf., Budapest 1969.

Jánossy, D.: Ein neuer Eomyide (Rodentia, Mammalia) aus dem Ältestpleistozän („Oberes Villafrankium", Villányium) des Osztramos (Nordostungarn). — Ann. Hist.-Natur. Mus. Nat. Hungar., Miner. Palaeont., **62**, 99—113, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Budapest 1970.

Lavocat, R.: Révision de la faune des mammifères oligocènes d'Auvergne et du Velay. — Sciences et Avenir, 153 S., 26 Taf., Paris 1951.

Lindsay, E.: Rodents from the Hartman Ranch Local Fauna, California. — Paleobios, **6**, 1—22, 5 Abb., 2 Tab., Berkeley 1968.

Lindsay, E. H.: Small Mammal Fossils from the Barstow Formation, California. — Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., **93**, 1—104, 55 Abb., 12 Tab., Berkeley und Los Angeles 1972.

Misonne, X.: Mammifères oligocènes de Hoogbutsel et de Hoeleden. I. Rongeurs et Ongulés. — Bull. Inst. roy. Sci. natur. Belg., **33** (51), 1—16, 2 Taf., Bruxelles 1957.

Müller, A. H.: Lehrbuch der Paläozoologie, Bd. 3. Vertebraten, Teil 3. Mammalia. — XV + 855 S., 820 Abb., G. Fischer, Jena 1970.

Russell, L. S.: Mammalian Fauna of the Kishenehn Formation, Southeastern British Columbia. — Bull. Nat. Mus. Canada, **132**, 92—106, 8 Abb., 3 Taf., Ottawa 1954.

Schaub, S. & Zapfe, H.: Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf an der March (CSR). Simplicidentata. — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., Abt. I, **162** (3), 181—215, 5 Abb., 3 Taf., Wien 1953.

Schlosser, M.: Die Nager des europäischen Tertiärs nebst Betrachtungen über die Organisation und die geschichtliche Entwicklung der Nager überhaupt. — Palaeontographica, **31**, 1—143, 18 Abb., 8 Taf., Cassel 1884.

Schlosser, M.: Die Säugetierfauna von Peublanc (Dép. Allier). — Soc. Sci. Natur. Croatica, **38/39** (Kramberger-Festband), 372—394, 3 Abb., 2 Taf., Zagreb 1925—1926.

Schmidt-Kittler, N.: Odontologische Untersuchungen an Pseudosciuriden (Rodentia, Mammalia) des Alttertiärs. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F. **150**, 1—133, 46 Abb., 8 Tab., 2 Taf., München 1971.

Shotwell, J. A.: Hemphillian Mammalian Assemblages from North-eastern Oregon. — Bull. Geol. Soc. Amer., **67**, 717—738, 7 Abb., Rochester/N. Y. 1956.

Shotwell, J. A.: Late Tertiary Geomyoid Rodents of Oregon. — Bull. Mus. Natur. Hist. Univ. Oregon, **9**, 1—51, 28 Abb., Eugene/Oregon 1967.

Simpson, G. G.: Holarctic Mammalian Faunas and Continental Relationships during the Cenozoic. — Bull. Geol. Soc. Amer., **68**, 613—688, 6 Abb., 9 Tab., New York 1947.

Stehlin, H. G. & Schaub, S.: Die Trigonodontie der simplicidentaten Nager. — Schweiz. Paläont. Abh., **67**, 1—385, 620 Abb., Basel 1951.

Storer, J. E.: New Rodents and Lagomorphs from the Upper Miocene Wood Mountain Formation of Southern Saskatchewan. — Canad. J. Earth Sci., **7** (4), 1125—1129, 22 Abb,. 1970.

Strauch, F.: Die Thule-Landbrücke als Wanderweg und Faunenscheide zwischen Atlantik und Skandik im Tertiär. — Geol. Rundschau, **60** (1), 381—417, 2 Abb., Stuttgart 1970.
Szalay, F. S. & McKenna, M. C.: Beginning of the Age of Mammals in Asia: The Late Paleocene Gashato Fauna, Mongolia. — Bull. Amer. Mus. Natur. Hist., **144** (4), 269 bis 318, 35 Abb., 3 Tab., New York 1971.
Thaler, L.: Les Rongeurs Fossiles du Bas-Languedoc dans leur Rapports avec l'Histoire des Faunes et la Stratigraphie du Tertiaire d'Europe. — Mém. Mus. Nat. Hist. Natur., N. S., Sér. C, **17**, 1—295, 25 Abb., 15 Tab., 27 Taf., Paris 1966.
Thaler, L.: Rongeurs Nouveaux de l'Oligocène moyen d'Espagne. — Palaeovertebrata, **2** (5), 191—207, 9 Abb., Montpellier 1969.
Thenius, E.: Phylogenie der Mammalia. Stammesgeschichte der Säugetiere (einschließlich der Hominiden). — Handbuch der Zoologie, **8** (2), 722 S., 715 Abb., de Gruyter & Co., Berlin 1969.
Vianey-Liaud, M.: Rongeurs de l'Oligocène moyen provenant de nouvelles fouilles dans les Phosphorites du Quercy. — Palaeovertebrata, **2** (5), 209—239, 16 Abb., Montpellier 1969.
Wilson, R. W.: Early Miocene Rodents and Insectivores from Northeastern Colorado. — Univ. Kansas Paleont. Contr., Vertebrata, **7**, 1—92, 131 Abb., Lawrence/Kansas 1960.
Wood, A. E.: A New Rodent from the Pliocene of Kansas. — J. Paleont., **10** (5), 392—394, 2 Abb., Menasha 1936.
Wood, A. E.: Rodentia. Part II in Scott, W. B. & Jepsen, G. L.: The Mammalian Fauna of the White River Oligocene. — Trans. Amer. Philos. Soc., N. S. **28** (2), 153—269, 70 Abb., 11 Taf., Philadelphia 1937.
Wood, A. E.: Rodents from the Lower Oligocene Yoder Formation of Wyoming. — J. Paleont., **29** (3), 519—524, 1 Abb., Menasha 1955.
Wood, H. E. et al.: Nomenclature and Correlation of the North American Continental Tertiary. — Bull. Geol. Soc. Amer., **52**, 1—48, 1 Tab., Rochester/N. Y. 1941.

Tafelerklärungen

Tafel 6

Fig 1a × 5,3, alle anderen Figuren × 20

Fig. 1: *Adjidaumo minimus* (Matthew), li. UK mit J, P_4-M_2, AW 19.112. Unter-Oligozän, Pipestone Springs/Montana.
a: Kiefer von labial, b: P_4-M_2 von oben

Fig. 2: *Adjidaumo douglassi* Burke, re. M_{1-3}, Holotypus, CM 1957. Mittel-Oligozän, White Butte/North Dakota.
a: M_{1-3} von labial,
b: M_{1-3} von oben (invers)

Fig. 3— 6: *Eomys* cf. *antiquus* (Aymard). Mittel-Oligozän, Hoogbutsel.
3: re. D_4 (invers), RGM 149.068
4: re. P_4 (invers), RGM 149.065
5: li. $M_{1/2}$, RGM 149.069
6: re. M_3 (invers), RGM 149.070

Fig. 7—17: *Eomys* cf. *antiquus* (Aymard), Mittel-Oligozän, Montalban.
7: re. D_4 (invers), GJU-MO 730
8: li. P_4, GJU-MO 717
9: li. $M_{1/2}$, GJU-MO 719
10: re. $M_{1/2}$ (invers), GJU-MO 726
11: re. $M_{1/2}$ (invers), GJU-MO 724

12: re. $M_{1/2}$ (invers), GJU-MO 725
13: li. $M_{1/2}$, GJU-MO 718
14: li. $M_{1/2}$, GJU-MO 721
15: li. $M_{1/2}$, GJU-MO 720
16: li. $M_{1/2}$, GJU-MO 722
17: re. M_3 (invers), GJU-MO 727

Fig. 18—19: *Eomys* cf. *antiquus* (Aymard). Mittel-Oligozän, Spaltenfüllung Bernloch.
18: re. $M_{1/2}$ (invers), BSM 1955 III 1566
19: li. $M_{1/2}$, BSM 1955 III 519

Fig. 20: *Eomys zitteli* Schlosser, li. P_4-M_3, BSM 1952 II 2201. Ober-Oligozän, Spaltenfüllung Gaimersheim.

Fig. 21: *Eomys zitteli* Schlosser ? (vgl. Fahlbusch 1970, S. 77), li. P_4-M_3, BSM 1939 XI 13. Ober-Oligozän, Spaltenfüllung Gaimersheim.

Tafel 7

Fig. 6a × 5,3, alle anderen Figuren × 20

Fig. 1— 6: *Adjidaumo minutus* (Cope). Mittel-Oligozän, Cedar Creek/Colorado.
1: re. P_4-M_2; a: von labial, b: von oben (invers); AMNH 5364
2: re. P_4-M_1 (invers), AMNH 5377
3: li. D_4-M_2, AMNH 5383
4: li. P_4-M_2, AMNH 5389
5: re. $M_{1\text{-}2}$ (invers), AMNH 5371
6: re. UK mit P_4-M_2, AMNH 5380; a: Kiefer von labial, b: Zähne von labial, c: Zähne von oben

Tafel 8

alle Figuren × 20

Fig. 1— 6: *Eomys* cf. *antiquus* (Aymard). Mittel-Oligozän, Hoogbutsel.
1: re. P^4 (invers), RGM 149.073
2: re. $M^{1/2}$ (invers), RGM 149.076
3: re. $M^{1/2}$ (invers), RGM 149.077
4: li. $M^{1/2}$, RGM 149.075
5: li. $M^{1/2}$, RGM 149.074
6: li. M^3, RGM 149.078

Fig. 7—23: *Eomys* cf. *antiquus* (Aymard). Mittel-Oligozän, Montalban.
7: re. D^4 (invers), GJU-MO 728
8: li. P^4, GJU-MO 703
9: li. P^4, GJU-MO 702
10: li. P^4, GJU-MO 704
11: li. P^4, GJU-MO 701
12: re. P^4 (invers), GJU-MO 705
13: re. P^4 (invers), GJU-MO 706
14: re. P^4 (invers), GJU-MO 707
15: re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MO 712
16: li. $M^{1/2}$, GJU-MO 709
17: re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MO 713
18: li. $M^{1/2}$, GJU-MO 710

19: re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MO 714
20: li. $M^{1/2}$, GJU-MO 711
21: li. $M^{1/2}$, GJU-MO 708
22: re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MO 716
23: re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MO 715

Fig. 24: *Eomys zitteli* Schlosser, re. P^4-M^3 (invers), BSM 1939 XI 14. Ober-Oligozän, Spaltenfüllung Gaimersheim.

Fig. 25: *Adjidaumo minutus* (Cope), li. P^4-M^3 von lingual. Mittel-Oligozän, Cedar Creek/Colorado.

Tafel 9

Fig. 1a—b × 5,3, alle anderen Figuren × 20

Fig. 1: *Leptodontomys oregonensis* Shotwell, re. UK mit P_4, Holotypus, Pliozän. Mc Kay Reservoir/Oregon. a: Kiefer von oben, b: Kiefer von labial, c: P^4 von oben (invers).

Fig. 2— 4: *Leptodontomys quartzi* (Shotwell). Ober-Miozän. Quartz Basin/Oregon.
2: re. P_4-M_2 (invers.), Holotypus UOMNH 22.689
3: re. $M_{1/2}$, UOMNH 22.688; a: von labial, b: von oben (invers.)
4: li. $M_{1/2}$, UOMNH 22.619

Fig. 5—10: *Leptodontomys* sp. Pliozän. Black Butte/Oregon.
5: li. $M_{1/2}$, UOMNH 25.284
6: re. $M^{1/2}$ (invers), UOMNH 25.279
7: li. $M^{1/2}$, UOMNH 25.282
8: li. P^4, UOMNH 24.852
9: li. $M^{1/2}$, UOMNH 25.285
10: li. $M^{1/2}$, UOMNH 24.849

Fig. 11—15: *Leptodontomys* sp. Ober-Miozän. Giggenhausen.
11: re. $M_{1/2}$ (invers), BSM 1952 XIV 275
12: li. $M_{1/2}$, BSM 1952 XIV 299
13: li. $M^{1/2}$, BSM 1952 XIV 298
14: li. $M^{1/2}$, BSM 1952 XIV 139
15: li. $M^{1/2}$, BSM 1952 XIV 137

Fig. 16—19: *Leptodontomys* sp. Unter-Pliozän. Marktl a. Inn.
16: li. P^4, BSM 1952 X 130
17: re. P^4 (invers), BSM 1952 X 131
18: li. $M_{1/2}$, BSM 1952 X 75
19: li. $M^{1/2}$, BSM 1952 X 129

Fig. 20: *Leptodontomys* sp., re. $M^{1/2}$ (invers), GJU-MA 5001. Manchones/Spanien.

Fig. 21— 22: *Leptodontomys* sp. Ober-Miozän. Arroyo del Val/Spanien.
21: li. $M_{1/2}$, GJU-AR 6—3101
22: li. $M^{1/2}$, GJU-AR 6—3102

Fig. 23: *Leptodontomys* sp., li. P^4, BSM 1951 XXVI 57. Alt-Pleistozän. Spaltenfüllung Schernfeld b. Eichstätt.

Tafel 10

Fig. 1a × 5,3, alle anderen Figuren × 20

Fig. 1— 5: *Pseudotheridomys hesperus* Wilson. Unter-Miozän. Quarry A, Logan Co./Colorado.
1: re. UK mit J, P_4-M_2, Holotypus, UKMNH 10.195; a: Kiefer von labial, b: P_4-M_2 von oben (invers).

2: li. P_4, UKMNH 10.197
3: li. P_4, UKMNH 10.199; a: von labial, b: von oben
4: li. P^4, UKMNH 10.200; a: von lingual, b: von unten
5: re. $M^{1/2}$ (invers), UKMNH 10.201

Fig. 6—12: *Pseudotheridomys* cf. *parvulus* Schlosser. Unter-Miozän. Spaltenfüllung Weißenburg 6.
6: li. P_4, BSM 1961 XII 275
7: re. P_4 (invers), BSM 1961 XII 276
8: li. $M_{1/2}$, BSM 1961 XII 287
9: li. $M_{1/2}$, BSM XII 285
10: li. P^4, BSM 1961 XII 306
11: re. $M^{1/2}$ (invers), BSM 1961 XII 322
12: li. $M^{1/2}$, BSM 1961 XII 318

Fig. 13—16: *Pseudotheridomys pagei* Shotwell. Ober-Miozän. Quartz Basin/Oregon.
13: re. P_4-M_2 (invers), UOMNH 22.708; a: von labial, b: von oben
14: li. P_4-M_1, UOMNH 22.717; a: von labial, b: von oben
15: li. P^4, UOMNH 22.720
16: re. $M^{1/2}$ (invers), UOMNH 22.710

Fig. 17: *Pseudotheridomys pagei* Shotwell, li. M^{2-3}, UOMNH 24.414. Ober-Miozän. Red Basin Quarry/Oregon.

Fig. 18—22: *Pseudotheridomys-Ligerimys*-Übergangsform, Morphotyp A. Mittel-Miozän. Spaltenfüllung Bissingen.
18: li. P_4, BSM 1954 XVII 132
19: li. $M_{1/2}$, BSM 1954 XII 479
20: re. $M^{1/2}$ (invers), BSM 1954 XII 477
21: re. $M^{1/2}$ (invers), BSM 1954 XVII 2208
22: li. $M^{1/2}$, BSM 1954 XVII 753

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 13 | 177—182 | München, 15. 12. 1973

Oligozäne Vertebraten aus der Spaltenfüllung „Möhren 13" bei Treuchtlingen, Fränkischer Jura

Von Kurt Heissig[1])

Zusammenfassung

Es werden ein Fundbericht und eine erste Bestandsaufnahme über die neue Fundstelle „Möhren 13" gegeben. Die geologischen Umstände erlauben den Schluß, daß die Fundstelle den basalen Braunkohlentonen des Riesgebietes entspricht. Sie steht damit in Beziehung zu flächenhaften Ablagerungen. Die Fauna von 52 Vertebraten-Arten ist vor allem durch ihren Reichtum an Huftier- und Carnivoren-Resten wichtig. Funde von *Elomeryx* werden aus Süddeutschland erstmals bekannt. Die Alterseinstufung wird nach Vertebraten als mittleres Mitteloligozän vorgenommen.

Summary

A first record and a faunal list are given of the new locality „Möhren 13". A correlation of the site with the basis of the „Braunkohlenton" (lignitic clay) of the Ries-region is possible. So it is related to stratified layers. In the fauna, composed of 52 vertebrate species, the abundant remains of Ungulates and Carnivores are most important. *Elomeryx* is first reported from Southern Germany. The geological age is established as the middle part of the Middle Oligocene by means of the vertebrate fauna.

1. Allgemeines

Die Fundstelle liegt auf Blatt 7031, Treuchtlingen, r 44 17 040 h 54 22 980, am westlichen Rand der Einfahrt zum „neuen Munninger-Bruch", etwa 600 m wnw der Kirche von Möhren. Sie ist etwa 8 m vom Weg, 15 m von der Bruchkante entfernt.

Die Entdeckung gelang mir im April 1972 bei einer Begehung des Bruchreviers von Möhren. Da sich die Fauna durch ihren Artenreichtum und die dichte Packung der Fossilreste einerseits, durch ihre besondere geologische Situation andererseits von den übrigen Spaltenfüllungen des Gebietes abhebt, soll dieses Vorkommen gesondert von den Fundberichten der übrigen neuentdeckten Spaltenfüllungen beschrieben werden.

Für die Hilfe beim Bestimmen der Fossilien danke ich Herrn Prof. Dr. R. Dehm, Herrn Dr. V. Fahlbusch, Frau Dr. F. Obergfell, Herrn Dr. N. Schmidt-

[1]) Dr. Kurt Heissig, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Kittler und Herrn Dipl.-Geol. H. Mayr. Weitere wichtige Hinweise verdanke ich Herrn Prof. Dr. S. D. Webb, Florida, und Herrn Dr. D. Müller. Zu danken habe ich auch Herrn Zeisler, Möhren, für die Abdeckung eines Teils der Fundstelle mit einer Laderaupe und Herrn Kirschner, Eichstätt, für die Erlaubnis zu graben.

2. Geologische Situation

Der Aufschluß entstand bei der Tieferlegung der Einfahrt im Jahre 1971, im Zuge der Auflassung des Bruches. Dabei wurde ein Teil des Spalteninhalts mit herausgerissen und liegt seither auf der Halde. Später wurde ein Teil der Fundstelle wieder von Haldenmaterial verschüttet. Die Fundstelle liegt auf der Sohle der Einfahrt. Sie ist bisher auf eine N-S-Erstreckung von 4,5 und eine Breite von 2 m aufgedeckt.

Das Sediment ist ein grüner, stellenweise braunfleckiger oder braun verwitterter Ton mit sehr geringem Anteil an Feinkies und Sand. Dazu kommen Kalkkonkretionen, Weißjura-Blöcke jeder Größe und kieselige Verwitterungsrückstände der höheren Weißjurastufen. Brauneisenschwarten und Mangan-Mulm sind im allgemeinen an die Oberfläche von Kalkblöcken und Fossilresten gebunden, teilweise sind diese auch stärker infiltriert.

Der Rahmen wird von einem System von Karstspalten und -taschen gebildet, dessen Begrenzung sich noch nicht feststellen ließ. Der Kalk des Weißjura delta ist an dieser Stelle so stark zerrüttet, daß bisher nur lose Blöcke ohne seitlichen Zusammenhang gefunden wurden. Die Fossilführung endet plötzlich, ohne Beziehung zu einer festen Begrenzung des Hohlraumes und ohne erkennbare Änderung des Sediments.

Im Bruch werden die Dickbänke des Weißjura delta abgebaut, deren höhere Partien reich an Kieselknollen sind. Im westlichen und nördlichen Teil des Bruches liegt darüber ein grauer, stark zersetzter Dolomit, der auf weite Strecken völlig der Verkarstung zum Opfer gefallen ist. Im Westteil des Bruches liegt eine große, fossile Höhlenruine, die mit grünen Tonen, vermutlich oligozänen Alters gefüllt ist.

Im SE-Teil des Bruches folgt über den Kalksteinbänken eine mehrere Meter mächtige Serie von Süßwassersedimenten, die von einem gelblichen Süßwasserkalk gekrönt wird (Profile bei D. Müller, 1972, S. 125 ff). Den tieferen Teil bilden die sog. „Braunkohlentone" des Ries-Gebietes, grüne, gelegentlich bräunlich-violette, humose Tone, vor allem im höheren Teil mit Kalkmergel-Bänkchen wechsellagernd. Süßwasserkalke und Kalkmergel konnten von D. Müller (1972) ins höhere Mitteloligozän eingestuft werden.

Die Serie ist nur an einer Stelle ungestört vorhanden; im übrigen ist sie infolge der Verkarstung des Untergrundes verstürzt. In den Spaltensystemen des Weißjura delta finden sich die basalen, grünen Tone oft mehrere Meter tief eingesunken und zwar sowohl unmittelbar unterhalb des anstehend beobachteten Vorkommens, als auch in den übrigen Wänden dieses und des benachbarten Bruchs. Das Liegende bilden innerhalb der Spalten rötliche und bräunliche Bohnerztone, z. T. mit zahlreichen Geröllen, wie sie für die übrigen fossilführenden Spaltenfüllungen des unteren und mittleren Oligozäns im Raume Möhren charakteristisch sind.

Da auch die Tone der Fundstelle selbst sich nicht von den Braunkohlentonen unterscheiden, kann angenommen werden, daß es sich, wie in den anderen Spalten,

um deren basale, abgesunkene Teile handelt. Das wird dadurch gestützt, daß in den Braunkohlentonen (auf Halde) ebenfalls Splitter von Rhinocerotiden- und Krokodilzähnen gefunden wurden, und daß der bisher einzige Säugetierfund in den Süßwasserkalken dieses Bruches *(Elomeryx)* einer Art angehört, die auch in der Spalte vertreten ist.

Dasselbe dürfte auch für die Spalte „Möhren 9" gelten (Heissig, 1970), die die gleiche Fauna führt (Bruchstücke von *Elomeryx*-Zähnen wurden als *Microbunodon* fehlbestimmt).

Über allen autochthonen Ablagerungen des Bruches liegt noch eine dünne Dekke von Ries-Trümmermassen.

3. Fossilführung

Die Verteilung der Fossilien im Ton ist schlierig.

Die Erhaltung ist meist nicht sehr günstig. Vollständige Stücke sind selten, meist finden sich nur Einzelzähne und Knochenfragmente. Trotzdem finden sich häufig in einer Schlämmprobe Zähne, die sich zu Zahnreihen kombinieren lassen. Auch im Anstehenden wurden Nester von Zähnen beobachtet, deren Zusammenhalt jedoch zerstört war. Knochen- und Kieferstücke sind, sofern sie erhalten sind, in situ zerbrochen. Oft sind die Bruchränder stark korrodiert. Auch die Wurzeln und das Dentin der Zähne sind oft stark angelöst. Örtlicher Kalkmangel der Sickerwässer und Sackungen des Spalteninhalts haben zu einer starken Zerteilung ursprünglich vollständiger Stücke geführt. So wurden von *Plagiolophus* cf. *javali* beide Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers aus einzelnen Zähnen zusammengesetzt, die in einer Schlämmprobe enthalten waren.

Folgende Funde wurden aus ca. 3 to Schlämmaterial gewonnen (auf Kleinsäuger wurde bisher nur etwa der Rückstand von 150 kg Schlämmaterial ausgelesen):

Amphibia:	Urodela, zahlreiche Knochen- und Kieferreste
	Anura, zahlreiche Knochen- und Kieferreste
Reptilia:	
Lacertilia:	*Ophisaurus* sp., zahlreiche Knochenplatten
Ophidia:	zahlreiche Wirbel
Testudinata:	cf. *Testudo* sp., sehr zahlreiche Platten, Kiefer
Crocodilia:	sehr zahlreiche Platten und Zähne
Aves:	einige Knochen
Mammalia:	
Marsupialia:	*Peratherium:* 3 Arten, ca. 20 Zähne
Insectivora:	Soricidae, 15 Zähne
	Heterosoricidae, 20 Zähne
	Talpidae, 40 Zähne, 15 Unterkiefer, zahlr. Humeri
	Erinaceidae: 2 Arten?, 80 Zähne, 20 Unterkiefer
Chiroptera:	2 Arten, 30 Zähne, 2 Unterkiefer
Creodontia:	*„Paroxyclaenus" siderolithicus* (Schlosser), 20 Zähne
	Hyaenodon sp.: 2 Arten, 80 Zähne

Carnivora:	cf. *Paracynodon:* 2 Arten, 12 Zähne
	Plesictis sp., 5 Zähne, 1 Unterkiefer
	Palaeogale sp., 4 Zähne
	Lutrinae, 2 Humeri
	Viverridae, 6 Zähne
	Drepanodon sp., 15 Zähne
Rodentia:	Sciuridae: 3 Arten, 15 Zähne
	Pseudosciurus suevicus Hensel, 16 Kiefer, 130 Zähne
	Suevosciurus fraasi (F. Major), 2 Kiefer, 100 Zähne
	Suevosciurus ehingensis Dehm, 10 Kiefer, 275 Zähne
	Theridomyidae: 2 Arten, 14 Kiefer, 170 Zähne
	Chalicomys dehmi Freudenberg, 2 Kiefer, 22 Zähne
	Gliridae, 3 Zähne
	Gliravidae, 2 Zähne
	Allomys sp., 3 Zähne
	Sciurodon sp., 1 Zahn
	Eomyidae, 5 Zähne
	Eucricetodon atavus (Misonne), 5 Kiefer, 500 Zähne
Perissodactyla:	*Protapirus priscus* Filhol, 12 Zähne
	Eggysodon sp., 2 Unterkieferfragmente, 17 Zähne
	cf. *Epiaceratherium* sp., 90 Zähne, Knochen
	Rhinocerotidae indet., 15 Zähne
	Plagiolophus cf. *javali* (Filhol), obere und untere Zahnreihen eines Tieres, 5 Einzelzähne
Artiodactyla:	Cainotheriidae, 35 Kiefer, 600 Zähne
	cf. *Gelocus* sp., 15 Kiefer, 290 Zähne
	Bachitherium sp., 1 Kiefer, 44 Zähne
	Suidae, 9 Zähne
	Anthracotherium sp., 2 untere Zahnreihen, 5 Zähne
	cf. *Elomeryx:* 2 oder 3 Arten, 6 Kiefer, 110 Zähne

Das Material wird unter der Inventarnummer 1972 XI in der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und hist. Geologie, München, aufbewahrt.

4. Alter

Mit dem Auftreten von Castoriden, Eomyiden, Cricetiden, Rhinocerotiden und dem Fehlen von *Palaeotherium* ist die Fauna sicher jünger als Unteroligozän. Das Auftreten von *Suevosciurus fraasi* und *Pseudosciurus suevicus* schließt eine Einstufung ins höhere Mitteloligozän aus, was durch das Fehlen von *Protechimys gracilis* (= *Taeniodus curvistriatus*) bestätigt wird. Diese Art kommt in „Burgmagerbein 2" nur mehr gemeinsam mit *Suevosciurus ehingensis* vor.

Die Entwicklungshöhe der Molaren von *Pseudosciurus* entspricht den Fundstellen, die Schmidt-Kittler (1971) der „Zone von La Sauvetat" zugeordnet hat. Als repräsentativ für diese Zone wurde aber von Thaler (1966) und Vianey-Liaud (1969) auch die Fundstelle „Balm" betrachtet, die bereits *Protechimys* führt. Ist diese Voraussetzung richtig, so wäre „Möhren 13" noch in die „Zone von Ronzon" oder höchstens in den tieferen Teil der „Zone von La Sauvetat" zu stellen.

Vianey-Liaud (1969) stellt aber auch die Fundstelle „Montalban", mit der „Tarrega" altersmäßig übereinstimmt, in die „Zone von La Sauvetat". Hier fehlt *Protechimys gracilis,* wie in „Möhren 13". Die *Elomeryx-* und *Anthracotherium-*Formen von „Tarrega" scheinen primitiver und kleiner zu sein als die von Möhren. Nach diesem Befund wäre „Möhren 13" in den höheren Teil der „Zone von La Sauvetat" zu stellen, die etwa dem mittleren Mitteloligozän entspricht.

Die Einstufung der hangenden Süßwasserkalke durch D. Müller (1972, S. 143 ff.) ins höhere Mitteloligozän („Zone von Antoingt") spricht eher für die zweite Einstufung. Ob die Differenz zwischen der Einstufung mit Säugern und der mit Gastropoden der Zeitdauer der Ablagerung entspricht, ist zweifelhaft.

5. Faunengemeinschaft

Die Fauna überrascht durch ihren Artenreichtum, der in krassem Gegensatz steht zu den übrigen, meist artenarmen Faunen aus den mitteloligozänen Spaltenfüllungen. Von den 52 bisher unterschiedenen Vertebratenarten sind 22 den Großsäugern zuzurechnen. Unter den Huftieren, die sich besonders gut ökologisch verwerten lassen, fällt der Reichtum an kleinen Artiodactylen, das Auftreten von Tapiriden und mehrerer Arten von Anthracotheriden auf, die in den übrigen Spaltenfüllungen des Mitteloligozäns fehlen (Anthracotheriden, Tapiriden) oder selten sind. Dagegen fehlen bisher *Diplobune bavaricum,* das häufigste der größeren Huftiere in den mitteloligozänen Spaltenfüllungen, und *Ronzotherium,* das im Mitteloligozän der Spalten „Möhren 4, 7, 11" ebenfalls vorkommt.

Auch unter den Nagetieren weicht das Faunenbild vom gewohnten ab. Die Spaltenfüllungen des tieferen Mitteloligozäns werden im allgemeinen gekennzeichnet durch das Vorherrschen von *Pseudosciurus suevicus.* Daneben sind die beiden *Suevosciurus*-Arten und *Isoptychus* noch relativ häufig. Andere Nagetiere kommen nur untergeordnet vor. In „Möhren 13" überwiegen die Cricetiden, unter den Pseudosciuriden überwiegt *Suevosciurus ehingensis* über *Pseudosciurus.* Theridomyiden sind häufig. Andere Nager sind selten aber formenreich.

Diese Besonderheiten können dadurch erklärt werden, daß sich der Formenbestand der Fundstelle aus einem wasserreichen Gebiet rekrutierte. Das wird bestätigt durch das reichliche Auftreten von Krokodilresten, unter denen die Platten auf Körperlängen von mehreren Metern schließen lassen. Auch die darüber folgende Serie von Braunkohlenton und Süßwasserkalk paßt gut in dieses Bild. Die artenärmere *Pseudosciurus-Diplobune*-Fauna der übrigen mitteloligozänen Spaltenfüllungen dürfte also die trockeneren Biotope der Hochfläche repräsentieren.

6. Genese

Die Sackung des gesamten Materials hat die primären sedimentären Strukturen zerstört. Zahlreiche abgerollte Knochen und Knochensplitter belegen fluviatilen Transport. Daneben kommen auch frische Zähne und Knochen vor. Einige kleinere Zähnchen zeigen eine sehr charakteristische Verätzung des Schmelzes, die (nach freundl. mündl. Mitt. durch Webb) auf die Magensäure von Krokodilen zurückgeht. Die Knochen stellen die größten und schwersten Komponenten des Gesamtsediments dar. Die Lagerstätte kann daher als fluviatile Seife aufgefaßt werden.

Wieweit Krokodile am Zustandekommen der Knochenanhäufung beteiligt sind, läßt sich schwer abschätzen. Zumindest die sehr reichlichen Schildkrötenplatten dürften nicht auf ihre Tätigkeit zurückgehen.

Literatur

Dehm, R. & Fahlbusch, V., 1970: Zur Bezeichnung fossilführender Spaltenfüllungen. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **10**, 351—363, 1 Abb., München.

Heissig, K., 1970: Neue Fundstellen oligozäner Spaltenfaunen im Schwäbisch-Fränkischen Jura. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **10**, 331—350, 4 Abb., Taf. 15, München.

Müller, D., 1972: Die Oligozän-Ablagerungen im Gebiet des Nördlinger Rieses. — Diss. München 1972, 248 S., 13 Abb., 4 Taf.

Schmidt-Kittler, N., 1971: Odontologische Untersuchungen an Pseudosciuriden (Rodentia, Mammalia) des Alttertiärs. — Abh. Bayer. Akad. Wissensch. Math. Naturw. Kl. N. F. **150**, 133 S., 2 Taf., 46 Abb., 8 Tab., München.

Thaler, L., 1966: Les Rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire des faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe. — Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Nlle. Sér. **17**, 295 S., 25 Abb., 14 Tab., 27 Taf., Paris.

Vianey-Liaud, M., 1969: Rongeurs de l'Oligocène moyen provenant des nouvelles fouilles dans les phosphorites du Quercy. — Palaeovertebrata **2**, 5, 209—239, 16 Abb., Montpellier.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 13 183—197 München, 15. 12. 1973

Verkieselte Leguminosen-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der Südlichen Frankenalb

Von Alfred Selmeier[1])

Mit 5 Abbildungen und Tafel 11—12

Zusammenfassung

Erstmals werden verkieselte Leguminosen-Holzreste aus jungtertiären Sedimenten Bayerns beschrieben. Die als Lesesteine gesammelten Kieselhölzer stehen holzanatomisch bestimmten Gattungen der Unterfamilie Mimosoideae nahe. Die Funde deuten auf warmtrockene Standorte mit regengrüner Vegetation. Unter Beachtung der von Müller-Stoll & Mädel 1967 vorgelegten Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer sind die Fossilreste zur Organgattung *Ingoxylon* zu stellen. Sie erhalten den Namen *Ingoxylon bavaricum* n. sp.

Summary

Silicified woods are described from the Upper Miocene locality Prielhof, Bavaria. The vessels are medium-sized, solitary (61%) with multiples of 2 or 4 cells, perforations simple. Parenchyma abundant, predominantly paratracheal, partly confluent; terminal parenchyma. The fibres are septate. The wood structure appears to possess features of *Albizzia, Inga* or *Piptadenia.* According to the critical revision and review, given on all fossil woods said to be comparable with Leguminosae by Müller-Stoll & Mädel 1967, the fossil woods from Prielhof are determined by the genus-diagnosis of *Ingoxylon* (Müller-Stoll & Mädel 1967).

Inhalt

1. Der Fundort 184
2. Holzanatomische Merkmale rezenter und fossiler Leguminosen 184
3. *Ingoxylon bavaricum* n. sp. 185
   a) Beschreibung der Dünnschliffe 186
   b) Die Paratypen 189
   c) Bestimmung 191
4. Ökologie 194

Schrifttum 196

[1]) Dr. A. Selmeier, Fachhochschule München, 8 München 2, Lothstraße 34.

1. Der Fundort

Die Kieselhölzer wurden vom Verfasser bei Geländebegehungen 1967—1969, vorwiegend im Herbst 1968, auf dem Gebiet des Gradabteilungsblattes Nr. 7133 Eichstätt der Topographischen Karte 1:25 000 etwa 500—600 m westlich des Gehöftes Prielhof im sog. „Feldscheuneacker" als Lesesteine gefunden. Meereshöhe etwa 460 m.

Innerhalb dieses Feldes für Zuckerrüben, Sommergerste oder Weizen, Pflugtiefen 20—30 cm, lagen die Kieselhölzer vorwiegend im Bereich eines von der Familie Mittermeier, Prielhof, als „Brennfleck" bezeichneten „Sandbuckels", der auch bei mäßiger Trockenheit Welkeerscheinungen der angebauten Nutzpflanzen verursacht. Das Schwermineralspektrum der Fundstelle, ermittelt am Geologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, zeigt eine deutlich alpine Herkunft, da die obermiozänen Süßwasserseen auf der Südlichen Frankenalb mit dem Molassebecken in Verbindung standen (Schnitzer 1953 u. 1956). Die obermiozänen Sedimente der südlichen Frankenalb werden in der Literatur dem Torton zugeordnet.

Auf die Häufigkeit von Kieselhölzern westlich von Prielhof („Glimmersanddecke") hat bereits Schneid (1915, S. 47) hingewiesen.

2. Holzanatomische Merkmale rezenter und fossiler Leguminosen

Die Leguminosen, 600 Gattungen mit 13 000 Arten, sind in der geologischen Gegenwart die an Holzgewächsen reichste Pflanzengruppe. Trotz dieser Formenfülle ist in der Mehrzahl der Fälle eine sichere Abgrenzung gegenüber Hölzern anderer Familien möglich. Die Querschnittsbilder haben durch ein charakteristisch entwickeltes, vorwiegend vasizentrisches Holzparenchym ein für Leguminosen typisches Aussehen. Apotracheale Parenchymbänder sind selten. Weitere, charakteristische Merkmale sind einfache Gefäßdurchbrechungen (Solereder 1885), homogene Markstrahlen, mittelgroße, alternierende Tüpfel und Kristallkammer-Parenchym.

Im Gegensatz zur Festlegung der Familienzugehörigkeit ist infolge der bestehenden Formenfülle eine weitere holzanatomische Untergliederung der Leguminosen extrem schwierig. Viele Autoren haben sich bemüht, holzanatomische Merkmale und Typengruppen zu finden, die für die 3 Unterfamilien der Leguminosen charakteristisch sind. Eine sichere Trennung der Unterfamilien erweist sich vielfach als schwierig, da selbst innerhalb einer einzigen Gattung verschiedenste Holzbautypen vorliegen. So verfügt die Gattung *Acacia*, 700—800 Arten (Engler 1964, II, S. 224), über ring- und zerstreutporige Formen, über Hölzer mit 1—4reihigen Markstrahlen und Formen mit bis zu 10reihigen Strahlen. Die Parenchym-Ausbildung variiert bei *Acacia*-Arten von schmal-vasizentrischer Form bis zu confluentem, breit gebändertem Parenchym.

Zur großen Variationsbreite der holzanatomischen Merkmale innerhalb einer umfangreichen Gattung tritt eine zusätzliche Schwierigkeit. Die Arten aus verschiedenen Leguminosen-Gattungen können holzanatomisch gleich gebaut sein. Als identische Holztypen gelten z. B. *Acacia melanoxylon* und *Cylicodiscus gabonensis* (Taub.) Harms.

Trotz dieser Schwierigkeiten haben Metcalfe & Chalk (1950) und in jüngster

Zeit Müller-Stoll & Mädel (1967) gewisse Struktur-Merkmale und anatomische Eigentümlichkeiten ermittelt, die gehäuft in einer der 3 Unterfamilien (Mimosoideae, Caesalpinoideae, Faboideae) anzutreffen sind. Eine größere Genauigkeit kann nach Müller-Stoll & Mädel (1967, S. 99) bei der Bestimmung von Leguminosen-Hölzern „kaum erreicht werden".

Da sich die 3 Unterfamilien der Leguminosae holzanatomisch nicht eindeutig voneinander abgrenzen lassen, kann die systematische Gliederung der rezenten Leguminosen nicht als Grundlage für die Einteilung der fossilen Leguminosen-Hölzer dienen (Müller-Stoll & Mädel 1967, S. 165).

In einer grundlegenden Arbeit haben Müller-Stoll & Mädel 1967 eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer vorgelegt, 19 Formgattungen und einen Bestimmungs-Schlüssel für fossile Leguminosen-Hölzer aufgestellt. Die Autoren entwickeln neue Grundsätze zur taxonomischen Gliederung der mit Leguminosen vergleichbaren Fossilreste und gliedern die bisher aufgestellten Gattungen in 4 Gruppen:

a) Gattungen, deren Beschreibungen über die Bauverhältnisse keinen Aufschluß geben
b) Gattungen, irrtümlich den Leguminosen zugeordnet
c) Sammel-Gattungen unklarer Abgrenzung, teils fraglicher Familien-Zugehörigkeit
d) Gattungen mit eindeutiger Inhaltsbestimmung (Diagnose)

Läßt sich an einem Fossilrest der Leguminosen-Holzbautyp mit hinreichender Vollständigkeit im Mikroskop erkennen, so ist das Holzbruchstück einer der angeführten 19 Gattungen anzugliedern. In diesem Zusammenhang bemerken Müller-Stoll & Mädel (1967, S. 166): „Sie werden 19 Organgattungen zugeordnet, die vielfach zugleich auch Formgattungen sind, d. h. mit mehreren rezenten Gattungen korrespondieren; sie können aber auch nur einem Teil der Arten heutiger Gattungen entsprechen *(Euacacioxylon, Paracacioxylon)*. Die Abgrenzung wird jeweils durch die Gattungsdiagnosen festgelegt."

Nach Müller-Stoll & Mädel (1967, S. 166) sind Namen wie *Acacioxylon, Albizzioxylon, Caesalpinioxylon, Cassioxylon* und *Taenioxylon* zu verwerfen.

In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „Organgattung" gemäß den Nomenklaturregeln des Internationalen Code verwendet, während nach Müller-Stoll & Mädel (1967, S. 166) Organgattungen zugleich Formgattungen sein können.

3. Ingoxylon bavaricum n. sp.

Organgattung:	*Ingoxylon* Müller-Stoll & Mädel 1967
Typusart:	*Ingoxylon sahnii* (Ramanujam 1960)
	1960 *Albizzioxylon sahnii* Ramanujam
	Palaeontographica 106 B, S. 118, Taf. 21, Abb. 25
Holotypus:	Fundstück und 3 Dünnschliffe, Inv. Nr. 1969 XVIII P 170; Abb. 1—3; Taf. 11—12.

Das nicht abgerollte Kieselholz wurde vom Verfasser im Herbst 1968 auf dem „Feldscheuneacker" ca. 600 m westlich des Gehöftes Prielhof gefunden. Das Fundstück war 17,5 cm lang und maximal 2,7 cm breit, Umfang 15 cm. An zwei Seiten umgibt eine 2—4 mm dicke, hell gefärbte Verwitterungsrinde die Querschnittfläche,

deren Inneres in teils abgestufter Tönung dunkelbraun erscheint. Der Erhaltungszustand ist im Tangential- und Radialbild nicht voll befriedigend, dürfte jedoch für eine gesicherte Bestimmung ausreichend sein.

Diagnose: Sekundäres Dikotyledonen-Holz der Organgattung *Ingoxylon* Müller-Stoll & Mädel 1967, gleichmäßige Gefäßverteilung mit Tendenz einer Größenabnahme in Richtung Terminalparenchym (Zuwachszonen), tangentialer Gefäßdurchmesser der Einzelgefäße 42—159, Mittelwert 112 µm, zwei- bis vierzählige Porenstrahlen, tangentiale Gefäßgruppierungen selten, Gefäßdurchbrechungen einfach, Thyllen, alternierende Hoftüpfel 3—5 µm; Holzparenchym reichlich, paratracheal-vasizentrisch, teils confluent, kaum aliform, scheinbar Kristallkammer-Schläuche; Markstrahlen homogen, 5—7 je mm, 1—5, meist 3—4 Zellen breit, Höhe 5—15—30 Zellen, ohne Stockwerkbau; Libriformfasern die Grundmasse des Holzes bildend, septiert.

Material: Außer dem Holotypus noch 5 Paratypen, die auf Grund der Querschliffe mit *Ingoxylon bavaricum* n. sp. übereinstimmend (Abb. 4—5).

Alter: Jungtertiär; Torton.

a) Beschreibung der Dünnschliffe

Abb. 1—3, Taf. 11—12

Topographie: Sekundäres Dikotyledonenholz, Zuwachszonen scheinbar vorhanden, Begrenzung durch tangentiale Parenchymbänder bereits mit Handlupe (8x) sichtbar, Parenchymbänder 1—5 Zellen breit, Abstände der tangentialen Parenchymbänder 0,56 — 0,66 — 0,70 — 0,60 — 0,56 — 0,29 — 0,33 — 0,40 — 0,46 — 0,80 mm. Gefäße mit dem bloßen Auge, deutlicher mit Handlupe (8x) sichtbar, zerstreutporig, Tendenz zu einer Verkleinerung in Richtung terminaler Parenchymbänder, Gefäßdichte (6) — 7 — 12 je mm^2, häufig 12—15 je mm^2 infolge Gruppenbildung der Gefäße, Gefäße seitlich teils an Markstrahlen grenzend, übrige Begrenzung ausschließlich Holzparenchym, vereinzelt scheinen Libriformfasern Gefäßwände zu begleiten; Gefäße meist einzeln (61 %), Zwillingsporen (23 %), dreiporig (12 %), zu viert (3 %), fünf Gefäße in radialer Anordnung (1 %), Orientierung der Gefäße und Porenstrahlen mit ihrer Längsachse vorwiegend in radialer Richtung, diagonale Abweichungen selten, teils tangentiale Gefäßgruppierungen; Gefäßlumina häufig mit gelbbraunen Inhaltsstoffen gefüllt, Thyllen. Libriformfasern die Grundmasse des Holzes bildend, ohne radiale Reihung unregelmäßig verteilt zu 2—12 zwischen 2 Markstrahlen, Fasern septiert. Holzparenchym von paratrachealem Gesamtcharakter, reichlich vorhanden, bereits mit Handlupe (8x) gut sichtbar, augenförmig um die Gefäße gruppiert, vasizentrisch-paratracheal, bei eng benachbarten Gefäßen oft confluent, nicht aliform, Gefäße ausnahmsweise von Parenchymscheiden nicht allseitig umgeben, bisweilen tangentiale oder schräg verlaufende Parenchymzonen mehrere Gefäße umschließend, diffuses Parenchym scheinbar spärlich vorhanden, an den Zuwachsgrenzen 1—5 Zellen breite tangentiale Parenchymbänder, Kristallkammer-Schläuche scheinbar vorhanden. Markstrahlen 5—7 je mm, den Gefäßen etwas ausweichend, homogen, 1—5, meist 3—4 Zellen breit (40—54 µm), Höhe 15—(30) Zellen (235 bis 332 µm), teils 1—2reihige, niedere Strahlen, 5—8 Zellen hoch.

Abb. 1: Gefäße mit vasizentrisch-paratrachealer Parenchymverteilung. Holotypus, 1969 XVIII P 170; x 115.

Holzelemente: Gefäße von oval-rundlichem Querschnitt mit der Längsachse in radialer Richtung, in den radialen Gruppen an den Berührungsflächen gegeneinander abgeplattet; Einzelgefäße im Querschnitt (radial : tangential): 266 : 159, 227:146, 226:140, 213:159, 199:146, 199:119, 186:119, 172:106, 146:93, 119: 80, 113:93, 80:53 und 53:42 µm; Maße der Zwillingsporen im Querschnitt: 412: 133, 345:120, 319:119, 292:146, 292:106, 239:119, 212:93 und 146:73 µm; dreiporige Gefäße 478:160, 385:146, 319:119 µm; vierzählige Porenstrahlen: 518:186, 465:133 µm. Gefäßdurchbrechungen einfach, Enden der Gefäßglieder wenig geneigt, Länge der Gefäßglieder aus Erhaltungsgründen selten meßbar, z. B. 106 bis 172 µm, Gefäßwände dicht mit kleinen Tüpfeln besetzt, Tüpfeln alternierend, Durchmesser 3—5 µm, Form rundlich bis unregelmäßig oval, teils polygonaler Hof und querovaler Porus (? verziert), Tüpfel aus Erhaltungsgründen nur stellenweise zu sehen. Libriformfasern von rundlichem, teils polygonalem Querschnitt,

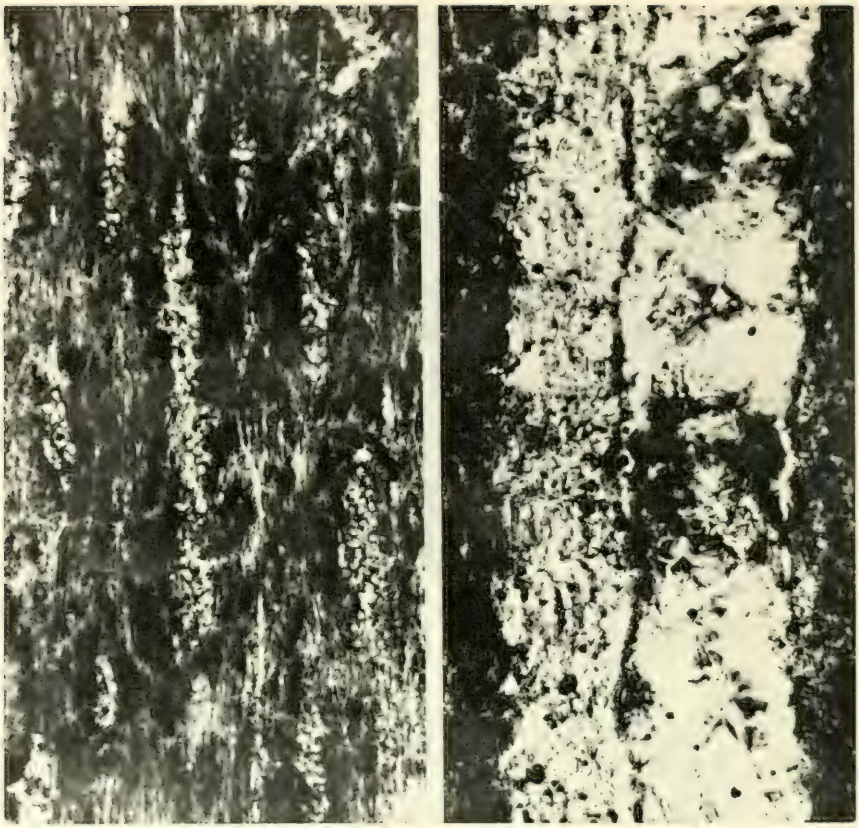


Abb. 2: Tangentialbild mit Markstrahlen (links); Radialbild mit Parenchym, Gefäßelementen und teils erkennbarer Tüpfelung. Holotypus, 1969 XVIII P 170.

Durchmesser ca. 11 µm, Maße radial bis 14, tangential 4—10 µm, Wanddicke 3 bis 4 µm, Libriformfasern septiert. Holzparenchymzellen im Querschnittsbild polygonal, teils oval bis rundlich, Durchmesser häufig 15—22 µm, Maße (radial : tangential) 36:32, 32:21, 21:14, 18:32 µm; vertikale Erstreckung z. B. 40—67 µm; vertikale Erstreckung eines Kristallkammer-Schlauches aus 9 Zellen bestehend, 194 µm. Markstrahlzellen liegende Zylinder, scheinbar nie aufrecht prismatisch, Querschnittsformen im Tangentialbild polygonal, teils rundlich bis oval, radial z. B. 46—63 µm, tangential 7—14 µm, vertikal 9—21, meist 12—18 µm, Endzelle eines Markstrahls vertikal 24 µm, Zellwände dünn, ca. 2 µm.

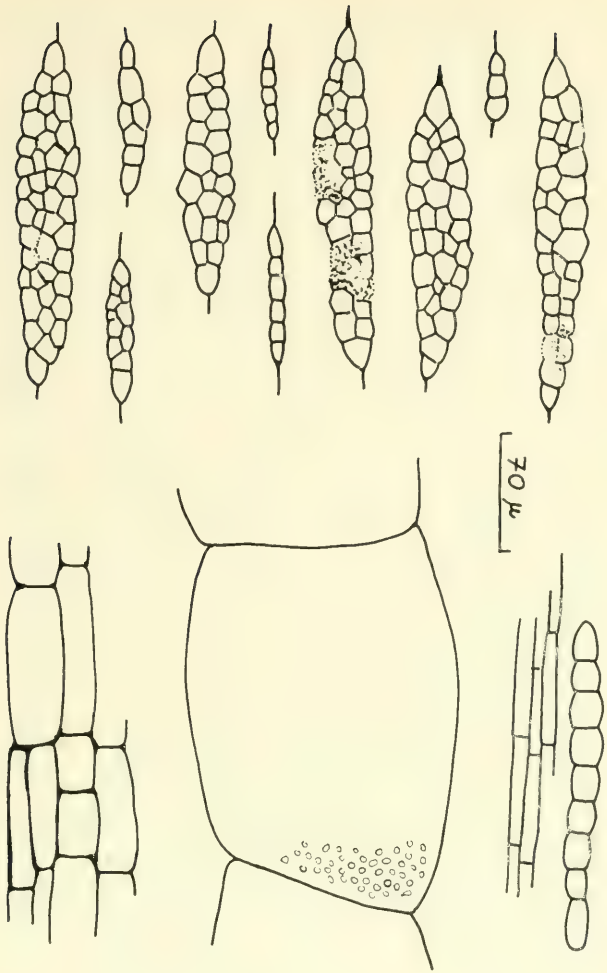


Abb. 3: Markstrahlen im Tangentialbild (oben); Gefäß mit vertikalen Holzparenchymzellen (links), septierten Libriformfasern und Kristallkammer-Schlauch (rechts). Holotypus, 1969 XVIII P 170.

b) Die Paratypen

Abb. 4—5

5 weitere Fossilfunde stimmen auf Grund der Querschliffe mit *Ingoxylon bavaricum* n. sp. überein. Diese 5 verkieselten Hölzer wurden ebenfalls bei Geländebegehungen auf dem „Feldscheuneacker" westlich von Prielhof als Lesesteine vom Verfasser gefunden. Es sind nicht abgerollte, oberflächlich rauhe, hellbraune, teils gelbliche Kieselhölzer. Die Fundstücke und Schliffe werden in der Bayerischen

Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München aufbewahrt. Nachfolgend sind Inventar-Nr. und die Maße (cm) der Hölzer angeführt (L = Länge; B = Breite; U = Umfang)

1969 XVIII P 156 Maße: L = 9; B = 2,5; U = 17;
Bemerkungen: An der Schnittfläche geschlossene 6—11 mm dicke, helle Verwitterungsschicht, Holzmitte hellgraubraun, nicht dunkel; leg. 1968

1969 XVIII P 331 Maße: L = 7,5; B = 2; U = 6,4;
Bemerkungen: An der Schnittfläche fast geschlossene bis 5 mm dicke, helle Verwitterungszone; leg. 1968

1969 XVIII P 371 Maße: L = 21,5; B = 7,5; U = 19;
Bemerkungen: An der Schnittfläche geschlossene 4 mm dicke, helle Verwitterungszone, anschließend hellgrau, Holzmitte dunkelgrau; leg. 1968

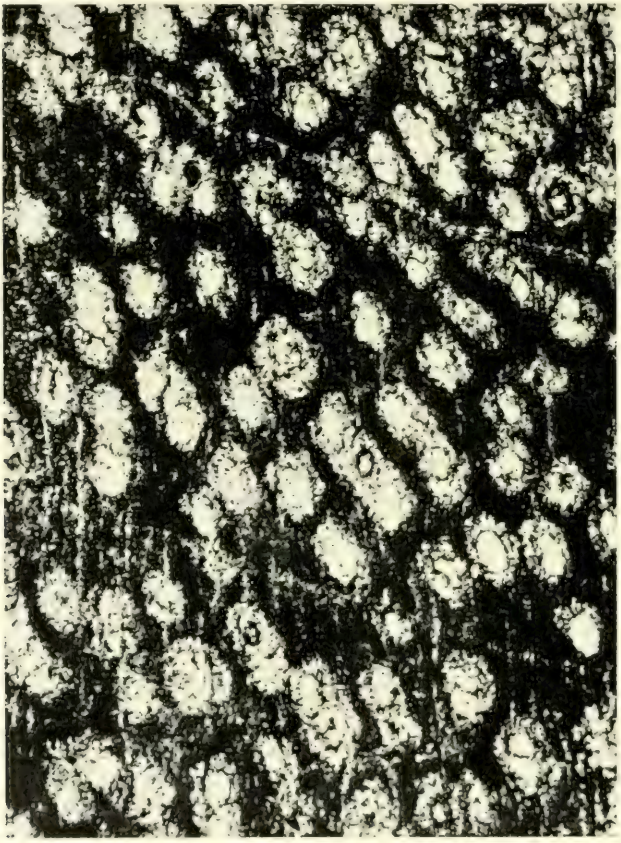


Abb. 4: Querschliffbild im Bereich von zwei Zuwachszonen. Paratypus, 1969 XVIII P 371; × 25.

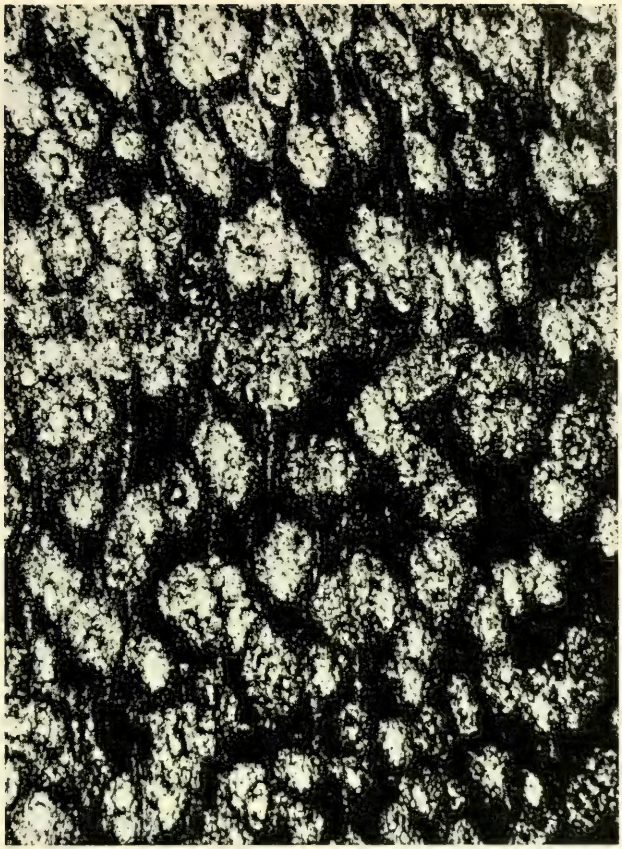


Abb. 5: Querschliffbild mit tangential gepreßten Gefäßen. Paratypus, 1969 XVIII P 156; x 25.

1969 XVIII P 449 Maße: L = 13; B = 4,6; U = 15;
Bemerkungen: An der Schnittfläche 3 mm dicke, helle Verwitterungszone, Holzmitte dunkelgrau; leg. 1967

1969 XVIII P 440 Maße: L = 7,5; B = 7,5; U = 29;
Bemerkungen: An der Schnittfläche 5 mm dicke, helle Verwitterungszone, Holzmitte dunkelgrau; leg. 1967

c) Bestimmung

Das Kieselholz aus Prielhof P 170 zeigt folgende Merkmalskombination:
— Terminalparenchym, Zuwachszonen
— Gefäße zerstreutporig, einzeln und in kurzen Porenstrahlen, Durchbrechungen einfach, Tüpfel mittelgroß

— Holzparenchym reichlich, vasizentrisch-paratracheal, augenförmig, nicht aliform, teils confluent und diffus
— Markstrahlen homogen, 1—4, teils 5reihig
— Libriformfasern septiert
— Kristallkammer-Schläuche?

Diese anatomischen Merkmale sind charakteristisch für Leguminosen-Hölzer (Müller-Stoll & Mädel 1967, S. 96—97). Das besonders auffallende Merkmal ist das reichlich vorhandene Holzparenchym. Alle Familien mit Holzparenchym wurden hinsichtlich der Abbildungen und Beschreibungen in Metcalfe & Chalk (1965, I u. II) überprüft: Anacardiaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Combretaceae, Guttiferae, Lecythidaceae, Leguminosae, Lythraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Moraceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Simarubaceae, Sterculiaceae und Vochysiaceae. Nur Gattungen der Familie der Leguminosae haben die Merkmalskombination des vorliegenden Kieselholzes.

Bei dem Bemühen die Gattung des Fossilrestes abzugrenzen müssen topographische Merkmale, wie Gefäßverteilung, Parenchymanordnung und Markstrahlbau berücksichtigt werden. Aus Erhaltungsgründen können die Bestimmungsschlüssel über Leguminosen-Hölzer, die sich auf die Gestalt der Endzellen der faserartigen Parenchym-Stränge in Tangentialansicht beziehen, hier nicht angewendet werden (Reinders-Gouwentak & Rijsdijk 1955; Reinders-Gouwentak 1955).

Der Fossilrest wurde besonders hinsichtlich seiner topographischen Strukturen mit Abbildungen und Beschreibungen ähnlich gebauter Holzarten in den Arbeiten folgender Autoren verglichen: Boureau 1957, Braun 1970, Gottwald 1958, Kribs 1959, Lecomte 1926, Metcalfe & Chalk 1965, Moll-Janssonius 1918, Normand 1950, Pearson & Brown 1932, Prakash 1972. Eine teilweise bis weitgehende Übereinstimmung mit dem Fossilrest bezüglich der Abbildungen des Querschnittes zeigen u. a. folgende Leguminosen-Hölzer:

Acacia catechu Willd.	Kribs 1959, Fig. 159
Albizzia acle (Blco.) Merr.	Kribs 1959, Fig. 163
Albizzia acle Merr.	Müller-Stoll & Mädel, Taf. 27
Albizzia gummifera C. A. Sm.	Kribs 1959, Fig. 397
Albizzia gummifera C. A. Sm.	Normand 1950, Taf. 25
Pahudia javanica	Moll-Janssonius 1918, III, Fig. 159
Piptadenia Duparquetiana	Normand 1950, Taf. 29
Pithecellobium Dinklagei	Normand 1950, Taf. 30
Tamarindus indica	Moll-Janssonius 1918, III, Fig. 161
Vatairea guianensis Aubl.	Kribs 1959, Fig. 229

Die weitestgehende Übereinstimmung hinsichtlich der Merkmalskombination liegt bei der Gattung *Albizzia* vor. So hat *Albizzia acle* septierte Libriformfasern und einen dem Fossilrest ähnlichen Markstrahlbau. Abweichend sind jedoch die Größenverhältnisse der Gefäße sowie das unserem Fossilrest fehlende aliforme Parenchym. Metcalfe & Chalk (1965, I, S. 484) äußern sich mehrfach über die Anordnung des Holzparenchyms bei der Gattung *Albizzia*, 100—150 Arten umfassend. Das Holzparenchym kann nach Metcalfe & Chalk bei *Albizzia* scheinbar auch nicht aliform ausgebildet sein („more consistently rounded, vasicentric") und zusätzlich als Terminalparenchym auftreten („sometimes with terminal parenchyma"). Das Kieselholz P 170 aus Prielhof hat beide Ausprägungen des Parenchyms,

teils sogar halbmondförmige Parenchymzonen um die Gefäße („typically as a sheath", „diamond shaped"; METCALFE & CHALK, S. 484).

Als weiteres Vergleichsmaterial wurden rezente Schnittpräparate mit dem Fossilrest verglichen. Dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Dr. D. GROSSER, Leiter der Abteilung Holzanatomie und Holzpathologie am Institut für Holzforschung der Universität München, konnten alle derzeit in der Sammlung aufbewahrten Dünnschnittpräparate rezenter Leguminosen-Hölzer, über 600, durchgesehen werden. Trotz intensiver Suche konnte keine rezente Art ermittelt werden, die in allen scheinbar diagnostisch entscheidenden Merkmalen mit dem Fossilrest übereinstimmt. Bei Annäherung der topographischen Struktur der Querschnittsbilder waren vielfach erhebliche Unterschiede im tangentialen Gefäßdurchmesser, dem BOUREAU (1957, S. 541) größte Bedeutung beimißt („Il est le plus constant et le plus caractéristique de l'espèce"). Dies betrifft u. a. 19 *Albizzia*-Arten, von denen Dünnschnittpräparate vorlagen.

Die Benennung und Einordnung des Fossilrestes wird erheblich erleichtert durch die von MÜLLER-STOLL & MÄDEL (1967) erarbeitete Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer.

Die Abgrenzung der 19 „Formgattungen", oben bereits angeführt, ist durch die Gattungsdiagnose jeweils festgelegt. Nur 3 der 19 „Formgattungen" sind durch septierte Libriformfasern charakterisiert:

Ingoxylon	MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967, S. 111—112
Peltophoroxylon	MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967, S. 117
Paraacacioxylon	MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967, S. 137—138

Nachdem das Vorkommen septierter Libriformfasern 16 „Formgattungen" der fossilen Leguminosen eliminiert, kommt der Feststellung septierter Fasern am nur mäßig erhalten gebliebenen Fossilrest P 170, Prielhof, größte Bedeutung zu. An 3 Mikroskopen verschiedenster optischer Ausstattung konnten die Dünnschliffe überprüft und septierte Fasern vielfach kontrolliert werden. Herr Dr. D. GROSSER entsprach meiner Bitte, die Struktur der Libriformfasern zu überprüfen (Juni 1973) und kam ebenfalls zu dem Ergebnis, daß das Kieselholz septierte Libriformfasern aufweist. Damit ist gesichert, daß nur 3 Formgattungen für die Zuordnung dieses Leguminosen-Holzes in Frage kommen.

Paracacioxylon hat 1—10 Zellen breite Markstrahlen, häufigste Breite mehr als 3 Zellen. Die „Formgattung" *Peltophoroxylon* dürfte ebenfalls nicht in Frage kommen, da das Holzparenchym gemäß der Diagnose (MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967, S. 117) mit den Gefäßen schräge oder zickzackförmige Muster bildet. Zusätzlich besteht bei den Markstrahlen teils Neigung zu Stockwerkbau.

Somit ist der Fossilrest aus Prielhof der Organgattung *Ingoxylon* zuzuordnen; Diagnose der Organgattung *Ingoxylon* bei MÜLLER-STOLL & MÄDEL (1967, S. 111 bis 112), Typusart *Ingoxylon sahnii* (RAMANUJAM) 1967. Die Typusart ist auf ein indisches Fossil begründet, das alle entscheidenden Merkmale heutiger *Albizzia*-Hölzer aufweist. Die Organgattung *Ingoxylon* umfaßt auch ähnliche Holzbautypen der Gattungen *Inga, Leucaena, Piptadenia, Pithecellobium* und teils *Afzelia*-Arten. Vergleicht man den Fossilrest aus Prielhof mit den 3 bisher beschriebenen Holzresten der Organgattung *Ingoxylon,* Funde aus Uruguay (SCHUSTER 1910), Vietnam (BOUREAU 1952) und Indien (RAMANUJAM 1960), so stellt man Abwei-

chungen fest, die zur Aufstellung einer neuen Art berechtigen. Die Typusart der Organgattung *Ingoxylon*, das indische Fossil *Ingoxylon sahnii* (RAMANUJAM 1960) n. comb. (1967), hat vor allem erheblich größere Gefäße (175—260 µm) und bietet ein abweichendes Querschnittsbild hinsichtlich Gefäßanordnung (82 % Einzelgefäße) und Parenchymverteilung (RAMANUJAM 1960, S. 118—120, Taf. 21). Die fossilen Holzreste aus Uruguay und Vietnam unterscheiden sich im Bau der Markstrahlen, z. B. 1—3 (4) Zellen breit, sowie durch ausgeprägt aliforme Parenchymkomplexe vom Kieselholz P 170 aus Prielhof, das nach dem Fundgebiet Bayern *Ingoxylon bavaricum* n. sp. benannt wird.

Nach Kenntnis des Verfassers sind bis heute nur 4 fossile Holzfunde der Organgattung *Ingoxylon* nachgewiesen. Es sind dies (MÜLLER-STOLL & MÄDEL 1967, S. 158):

Ingoxylon sahnii (RAMANUJAM)
Albizzioxylon sahnii RAMANUJAM 1960
Fundort: Indien, Mortandra, S-Arcot District
Alter: Miozän oder Pliozän

Ingoxylon nathorstii (SCHUSTER)
Caesalpinium nathorsti SCHUSTER 1910
Fundort: Uruguay; Näheres unbekannt
Alter: ? Tertiär

Ingoxylon afzelioides (BOUREAU)
Leguminosylon afzelioides BOUREAU 1952
Fundort: Vietnam, Plei Matroh, Provinz Plei-Ku

Ingoxylon bavaricum n. sp.; diese Arbeit
Fundort: Bayern; Prielhof
Alter: Jungtertiär; Torton
Paratypen: 5 Fundstücke, leg. A. SELMEIER

Die Organgattung *Ingoxylon* ist durch breit-aliformes Holzparenchym gekennzeichnet, nicht jedoch der vorliegende Fossilrest aus Prielhof. Da für dessen Benennung, wie dargelegt, nur die Organgattung *Ingoxylon* in Frage kommt, bleibt die Überlegung, welches Gewicht innerhalb der Organgattungs-Diagnose dem Merkmal „Holzparenchym breit aliform" zukommt. Möglichkeiten einer standortbedingten Variabilität der Parenchym-Ausbildung bei der Leguminose *Daniella* beschreibt BRAZIER (1968, S. 272, Taf. 1, Fig. 3—4). Das durch schnelleres Wachstum im Regenwald sich bildende *Daniella*-Holz hat weniger Gefäße und kaum axiales Parenchym, verglichen mit *Daniealla*-Holz, das durch langsames Wachstum in der Savanne entstand. Differenzierungen in der Ausbildung des axialen Holzparenchym-Musters („breit-aliform" bis vasizentrisch-paratracheal, confluent) könnten somit innerhalb einer Organgattung teils auch einer standortsbedingten Kausalität unterworfen sein.

4. Ökologie

Obwohl die Kieselhölzer der Fundstelle Prielhof, ebenso wie die der benachbarten Fundgebiete Adelschlag, Möckenlohe und Weißenkirchen, relativ schlecht erhalten geblieben sind, kann ein Teil der Fossilfunde anhand holzanatomischer Strukturen botanisch bestimmt werden. Unter den vom Verfasser in Prielhof 1967 bis 1969 gesammelten Kieselhölzern, können derzeit genannt werden:

Gymnospermen	Zahl der Fundstücke: 16 Selmeier 1972
Castanopsis zonatum	Zahl der Fundstücke: 11 Selmeier 1970
Ingoxylon bavaricum	Zahl der Fundstücke: 6 Diese Arbeit;
Diospyroxylon	Zahl der Fundstücke: 1 Selmeier 1974
Palmen	Zahl der Fundstücke: 2 Unveröffentlicht; schlecht erhaltene Reste; leg. A. Selmeier 1968

Obwohl die Anzahl bestimmbarer Holzreste der Fundstelle Prielhof sich derzeit noch in sehr engen Grenzen bewegt, sprechen die verwandten Formen der heutigen Pflanzenwelt für hohe Wärmegrade bezogen auf das Jahresmittel. Abgesehen von den sehr schlecht erhalten gebliebenen Palmen-Resten haben die Ebenaceae *Diospyros* und die hier beschriebene Leguminose *Ingoxylon („Albizzia-Ingo")* ebenfalls ein tropisches bis subtropisches Verbreitungsgebiet. Die Holzfunde von Prielhof bestätigen ergänzend die von Jung (1968) charakterisierte Vegetation der „Älteren Serie" (Torton). Gymnospermen, *Castanopsis, Diospyros,* Leguminosen und Palmen entsprechen jenem Landschaftsbild, das Mägdefrau (1968, S. 425) anschaulich von der Öhninger Molasseflora schildert. Ein tropisches Wechselklima, starke Durchfeuchtung und Wärme, hohe Temperaturen das ganze Jahr hindurch, begünstigten die Roterdebildung, gebunden an starke Silikatzersetzung (Birzer 1939, S. 51).

Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die vorliegenden, parenchymreichen Leguminosen-Hölzer wasserfernere, trockene Standorte besiedelten. Da keiner der verkieselten Lesesteine der Fundstelle Prielhof fluviatil abgerollt ist, kann vermutet werden, daß der postmortale Transportweg vom Biotop zur heutigen Fundstelle relativ kurz war. Wir müssen hieraus schließen, daß hinter fluviatil-limnischen Wasserflächen (Täler) Hügellandschaften mesophiler Prägung waren, deren trocken-warme Hänge möglicherweise eine reiche Leguminosen-Vergesellschaftung hatten. Xerophile Tendenzen vermuteter Baumwuchs-Biotope würden bei der geringen Individuenzahl der vorliegenden Fossilreste derzeit nur die lokalen Bedingungen eines kleinen Raumes betreffen (Knobloch 1969, S. 40).

Fossile Leguminosen-Hölzer sind bisher in Europa aus Portugal und Frankreich (Boureau & Vallin 1965; Koeniguer 1972; Privé 1968) sowie aus Österreich, Rumänien und Ungarn (E. Hofmann 1952; Greguss 1969; Müller-Stoll & Mädel 1967, S. 138—140) bekannt geworden. Die Leguminosen-Hölzer aus Prielhof, insgesamt 6 Fundstücke, ergänzen somit die bisher relativ weit entfernten Fundpunkte zwischen West- und Südost-Europa.

Dank

Herr Dr. Dietger Grosser, Abteilungsleiter am Institut für Holzforschung und Holztechnik der Universität München, stellte großzügig Mikroskope und Photoeinrichtungen, Dünnschnittpräparate und Literatur zur Verfügung. Die Bearbeitung und Bestimmung der Fossilreste wurde dadurch wesentlich erleichtert, wofür auch an dieser Stelle herzlich gedankt wird.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn-Bad Godesberg, danke ich für die Gewährung einer Sachbeihilfe.

Brazier, J. D.: The contribution of wood anatomy to taxonomy. — Proc. Linn. Soc. **179**, 2, 271—274, London 1968.

Boureau, E.: Contribution à l'étude paléoxylogique de l'Indochine V. Bois fossiles de l'Annam et du Cambodge. — Mém. Mus. nat. Hist. natur., Sér. C, **2** (1), 1—26, Paris 1952.

Boureau, E.: Anatomie végétale, III. — Paris 1957.

Boureau, E. & Vallin, S.: Sur la présence du *Leguminoxylon* aff. Schoelleri Boureau au Portugal. — Boletim da Sociedale Geologica de Portugal, Vol. **XVI**, 137—152, Lissabon 1965.

Braun, H. J.: Funktionelle Histologie der sekundären Sproßachse. I. Das Holz. — Berlin, Stuttgart 1970.

Birzer, F.: Verwitterung und Landschaftsgeschichte in der südlichen Frankenalb. — Z. deutsch. geol. Ges., **91**, 1—57, Berlin 1939.

Engler, A.: Syllabus der Pflanzenfamilien, Bd. II. — Berlin-Nikolassee 1964.

Gottwald, H.: Handelshölzer. — Hamburg 1958.

Greguss, P.: Tertiary Angiosperm Woods in Hungary. — Budapest 1969.

Hofmann, E.: Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau II. — Palaeontographica **92** B, 121—182, Stuttgart 1952.

Jung, W.: Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. — Ber. des Naturwiss. Vereins Landshut, **25**, 43—71, Landshut 1968.

Knobloch, E.: Tertiäre Floren von Mähren. — Brno 1969.

Koeniguer, J.-C.: Sur un bois fossile du Néogène de la région d'Autun. — 93e Congrès national des sociétés savantes, siences, III, 117—123, Tours 1968, Paris 1972.

Kribs, D. A.: Commercial Foreign Woods on the American Market. — Michigan 1959.

Lécomte, H.: Les bois de l'Indochine. — Paris 1926.

Mägdefrau, K.: Paläobiologie der Pflanzen. — 4. Aufl., Stuttgart 1968.

Metcalfe C. R. & Chalk, L.: Anatomy of the Dicotyledons, I u. II. — Oxford 1965.

Moll, J. W. & Janssonius, H. H.: Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten, III, Leguminosae. — Leiden 1918.

Müller-Stoll, W. R. & Mädel, E.: Die fossilen Leguminosen-Hölzer. Eine Revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer und Beschreibung älterer und neuer Arten. — Palaeontographica B **119**, 95—174, Stuttgart 1967.

Normand, D.: Atlas des bois de la Côte-d'Ivoire. — Nogent-sur-Marne, 1950.

Pearson R. S. & Brown, H. P.: Commercial Timbers of India, I. — Calcutta 1932.

Prakash, N.: Root-wood anatomy of some tropical economic plants. — Notes from the Jodrell Laboratory, VII, Kew, 1972.

Privé, C.: Sur deux fossiles du Néogène du Massif central. — Mémoires de la section des sciences du. C. T. H. S., 30—55, Paris 1968.

Ramanujam, C. G. K.: Silicified woods from Tertiary rocks of South India. — Palaeontographica B **106**, 99—140, Stuttgart 1960.

Reinders-Gouwentak, C. A.: The storied-structure-features and the taxonomic rank of the leguminous taxa. — Acta bot. neerl. **4**, 460—470, Amsterdam 1955.

Reinders-Gouwentak, C. A. & Rijdsdijk, J. F.: Wood anatomical characterisation of the leguminous taxa. — Proc. kon. ned. Acad. Wetensch., Ser. C., **58**, 41—50, Amsterdam 1955.

Schneid, T.: Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. (Zweite Hälfte). — Geogn. Jh. **28**, 1915, 1—61, 1916.

Schnitzer, W. A.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an den postjurassischen Überdeckungsbildungen der mittleren, südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern, **3**, 121—134, Erlangen 1953.

Schnitzer, W. A.: Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Denkendorf-Kösching nördlich von Ingolstadt. — Geologica Bavaria, **28**, 1—47, München 1956.
Schuster, J.: Über Nicolien und Nicolien ähnliche Hölzer. — K. svensk. Vet. Akad. Handl., N. F. **45** (6), 1—28, Uppsala und Stockholm 1910.
Selmeier, A.: *Castanopsis*-Hölzer aus obermiozänen Glimmersanden der südlichen Frankenalb. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **10**, 309—320, München 1970.
Selmeier, A.: Verkieselte *Sequoia*-Hölzer, *Taxodioxylon gypsaceum* (Göpp.) Kräusel, aus jungtertiären Schichten Südbayerns. — Ber. Bayer. Bot. Ges., **43**, 109—126, München 1972.
Selmeier, A.: Verkieselte *Diospyros*-Hölzer aus jungtertiären Schichten Südbayerns. — Ber. naturwiss. Ver. Landshut, **26**, Landshut 1974. [In Druckvorbereitung].
Solereder, H.: Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen. — München 1885.

Tafelerklärungen

Tafel 11

Ingoxylon bavaricum n. sp.

Querschliff mit drei Zuwachszonen und ausgeprägtem Terminalparenchym. Holotypus, 1969 XVIII P 170; x 40.

Tafel 12

Ingoxylon bavaricum n. sp.

Querschliff mit vier Zuwachszonen und paratracheal-confluenter Parenchymanordnung. Holotypus, 1969 XVIII P 170; x 42.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 13 199—205 München, 15. 12. 1973

Der untere Lias in der Hochlerch-Silleck-Mulde (Chiemgauer Alpen)

Von Avinash C. Mathur[1])

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Die kieseligen Basiskalke der Hochlerch-Silleck-Mulde, deren stratigraphische Stellung bisher unsicher war, sind auf Grund der Lagerung, des Fossilgehalts und der petrographischen Merkmale in den unteren Lias (Hettangien bis Unter-Sinemurien) zu stellen.

Summary

The stratigraphical position of the silicified Basal Limestones, outcropping in the Hochlerch-Silleck syncline, was until now uncertain. For reasons of their bedding, fossils and petrographic characteristics, they are ascribed to Lower Liassic age (Hettangian to Lower Sinemurian).

Im folgenden wird der Südwest-Teil des von Dhein (1944) aufgenommenen Gebietes zwischen Marquartstein und Bergen behandelt. Dhein hat den „Jura der Hochlerch-Silleck-Mulde" als Schichtglied und tektonische Einheit betrachtet und in diesem Komplex Lias und Dogger vermutet.

Morphologisch gekennzeichnet ist die „Hochlerch-Silleck-Mulde" durch die senkrecht abfallende, 300 m hohe Nordwand des Hochlerch-Zwölferspitz-Silleck-Zuges, dessen westlichen Ausläufer der Hochlerch-Gipfel (1561 m) bildet.

Die Lias-Ablagerungen dieser Mulde lassen eine Zweigliederung erkennen:

1. Basiskalke, die vorherrschend aus geringmächtigen, dünnbankigen, grauen Kieselkalken aufgebaut sind. (Für die Begriffe Liaskieselkalk und Doggerspatkalk von Dhein wird vom Verf. auf Grund von Fauna und Stratigraphie die Bezeichnung Basiskalk vorgeschlagen.)

2. Massige rote Kalke, die infolge ihrer Mächtigkeit und weiten Verbreitung das Landschaftsbild beherrschen. Dagegen sind die Basiskalke im allgemeinen verschüttet und außerdem auf den Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde beschränkt. Der Nordflügel besteht ausschließlich aus dem massigen roten Kalk; der Kontakt gegen den Hauptdolomit ist tektonisch.

[1]) Dipl.-Geol. A. C. Mathur, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

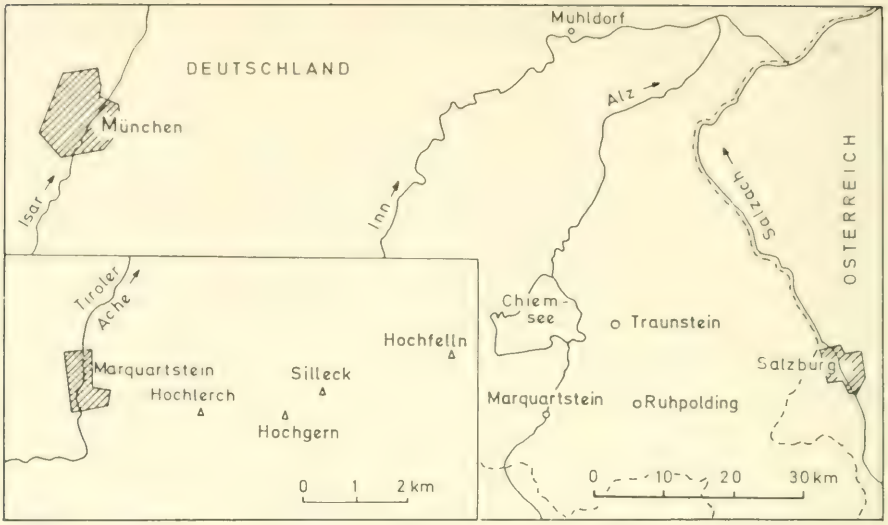


Abb. 1: Topographische Übersichtsskizze

Für Ratschläge und Diskussionen danke ich folgenden Damen und Herren: Prof. Dr. R. Dehm, Prof. Dr. H. Hagn, Prof. Dr. K. W. Barthel, Dr. D. Müller, Frau Dr. F. Obergfell, Dr. G. Schairer, Dr. J. Trischler und Dr. H. K. Zöbelein, Bayerische Staatssammlung und Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München, und Herrn Prof. Dr. P. Schmidt-Thomé, Institut für Geologie der Technischen Universität München. Mein herzlichster Dank gilt Herrn Dipl.-Kfm. Arnulf Arndt und Frau Ingrid Appel, München, für sprachliche Hinweise und Hilfe.

Die Faziesentwicklung der Basiskalke ist in der Horizontalen und in der Vertikalen sehr uneinheitlich. Als unterste Schicht dieser Serie treten stets graue Kieselkalke zutage. Das Hangende bildet der massige rote Kalk. Die einzelnen Schichtglieder der Basiskalke lassen sich faziell folgendermaßen unterteilen: 1. grauer Kieselkalk, 2. gelbgrauer und grüngrauer Kalk, 3. hellgrauer Kalk, 4. honiggelber Kieselkalk und 5. roter Mergel.

Der graue Kieselkalk konnte in allen Aufschlüssen als das älteste Schichtglied angetroffen werden. Der rote Mergel bildet, wo er auftritt, die oberste Schicht. Es läßt sich hier nicht entscheiden, ob es sich bei den anderen Schichtgliedern um fazielle oder um stratigraphische Unterschiede handelt.

Beschreibung der Faziestypen:

1. Grauer Kieselkalk

Der graue Kieselkalk ist im gesamten Streichen des Südflügels der Hochlerch-Silleck-Mulde ausgebildet. Sein Kontakt mit rätischen Ablagerungen ist nirgends aufgeschlossen. Der im Süden der Hochlerch-Silleck-Mulde auftretende rätische Riffkalk gehört tektonisch zur Hochgern-Schuppe; möglicherweise steht er in seinem

westlichen Teil in Beziehung zu dem unmittelbar im Norden gelagerten grauen Kieselkalk. Im östlichen Teil ist er durch eine Aufschiebung vom grauen Kieselkalk getrennt.

Der Kieselkalk ist ein feinkörniger, z. T. spätiger Kalk, im frischen Zustand dunkelgrau, bei Verwitterung gelblichgrau. Die angewitterte Oberfläche des Kalkes ist rauh. Durch einen relativ hohen Kieselsäuregehalt ist er sehr hart und splittrig. Gelegentlich enthält er schwarze Kieselknollen. Außerdem sind auf den Gesteinsoberflächen häufig Schwammnadeln ausgewittert. Auch der Dünnschliff zeigt Schwammnadeln in feinkörniger Grundmasse. Daher ist anzunehmen, daß Schwammnadeln den Hauptlieferanten des Kieselgehalts darstellen.

Die Fazies ist westlich des Hochlerch dick- bis grobbankig (30—40 cm), gegen Osten dünnbankig bis plattig (5—10 mm). Zwischen den einzelnen Bänken sind sehr dünne Lagen eines grünlichgrauen Mergels eingeschaltet. Die Gesamtmächtigkeit beträgt östlich des Hochlerchgipfels ca. 8 m, sie dürfte an anderen Stellen maximal 12 m erreichen.

Fossilien, außer Schwammnadeln, treten nur spärlich auf und sind stets verkieselt (Brachiopodenreste). Nur der Kieselkalk westlich des Mooskessels (oberhalb des Steinackers) ist an Stielgliedern von Crinoiden reich:

Monokline Poriferen-Nadeln
Prionorhynchia greppini (Oppel)
Rudirhynchia huntcliffensis Ager
Cirpa briseis (Gemmellaro)
Spiriferina cf. *rostrata* (Schlotheim)
Spiriferina alpina Oppel
„Terebratula“ bimammata Rothpletz
„Terebratula“ sp.
Crinoidenstielglieder
Fischzähnchen

Abweichend von der üblichen Ausbildung des grauen Kieselkalkes ist die eines isolierten Vorkommens beim Mooskessel: Der Kalk ist besonders dunkel- bis blaugrau und stellenweise dunkel gefleckt. Die Verwitterungsfarbe ist nicht gelblichgrau, sondern schmutzigweißgrau. Zum Hangenden nimmt der Tongehalt zu. Durch Rutschung und tektonische Beanspruchung ist die Lagerung sehr gestört. Dieser Kalk kann durch den Fund von *Schlotheimia polyptycha* Lange ins oberste Hettangien eingestuft werden. Diese Fazies ist dem Spongienkalk der Hochgernschuppe sehr ähnlich. Daraus ist zu schließen, daß das Mooskessel-Vorkommen zur Hochgernschuppe gehört.

2. Gelbgrauer und grüngrauer Kalk

Im Hangenden des grauen Kieselkalkes tritt an mehreren Stellen ein gelbgrauer, zum Grünlichen neigender Kalk auf; er ist dicht, feinkörnig und von Kalzitadern stark durchsetzt. Durch Echinodermenreste wird er stellenweise spätig. Vereinzelt, nicht lagenweise, konnten gelbbraune Kieselknollen beobachtet werden, die einen Durchmesser bis zu 4 cm erreichen.

Westlich des Hochlerchgipfels wird der gelbgraue Kalk bis zu 1,50 m mächtig, nimmt aber im Osten an Mächtigkeit stark ab (am Brunnenweg, nördlich des Geräteschuppens, ca. 10 cm stark).

Der gelbgraue Kalk lieferte nur:

„Rhynchonella“ sp.
Spiriferina alpina Oppel
„Belemnites“ sp.

Über dem gelbgrauen Kalk steht westlich des Hochlerchgipfels der grüngraue an; er ist tonig, dicht und verwittert grünlichbraun. Manchmal findet sich in ihm feinkörniger Fossilschutt mit glaukonithaltigem Bindemittel. Er enthält Kiesel- und Kalkgerölle, das größte 8 x 10 mm. Im grüngrauen Kalk wurden gefunden:

„Terebratula“ sp.
Spiriferina rostrata (Schlotheim)
„Nautilus“ sp.

Im Hangenden erhält der grüngraue Kalk einen Stich ins Violette und wird spätig. Die Größe der Gerölle nimmt bis zu Faustgröße zu; sie lassen auf einen submarinen Aufarbeitungshorizont schließen. Nur ein einziges Fossil, *„Terebratula“* sp., wurde gefunden.

3. Hellgrauer Kalk

Er entwickelt sich, westlich des Hochlerchgipfels, aus dem grüngrauen Kalk, ist dicht, feinkörnig bis zuckerkörnig, 5—25 cm stark und enthält:

Scalpellirhynchia scalpellum (Quenstedt)
„Rhynchonella“ sp.
Nannobelus acutus (Miller).

Nach Werner (1913) ist *Nannobelus acutus* (Miller) auf die *bucklandi*-Zone beschränkt. Nach Schwegler (1962) liegt seine Hauptverbreitung zwar in der *bucklandi*-Zone, er tritt aber bereits in den ?Angulatenschichten auf und reicht bis ins Pliensbachien.

4. Honiggelber Kieselkalk

Der honiggelbe Kieselkalk vertritt östlich des Hochlerchgipfels den oberen Teil des grauen Kieselkalkes. Er führt fleischrote bis rotbraune Kieselknollen, ist leicht spätig und 5 cm mächtig. Wahrscheinlich entspricht der von Dhein (1944, S. 195, 197) aufgefundene Doggerspatkalk dieser Kalkbank. In der Bank fand sich eine einzige, stark verkieselte *Salgirella alberti* (Oppel).

5. Roter Mergel

Mehrere, bis höchstens 1 cm mächtige Einschaltungen roter Mergel finden sich über und unter dem honiggelben Kieselkalk östlich des Hochlerchgipfels. Ferner treten noch rote Mergel zwischen den grauen, plattig ausgebildeten Kieselkalken auf. Sie weisen eine stark kieselige Komponente auf. Megafossilien waren nicht zu finden. Folgende Mikrofauna wurde ausgeschlämmt:

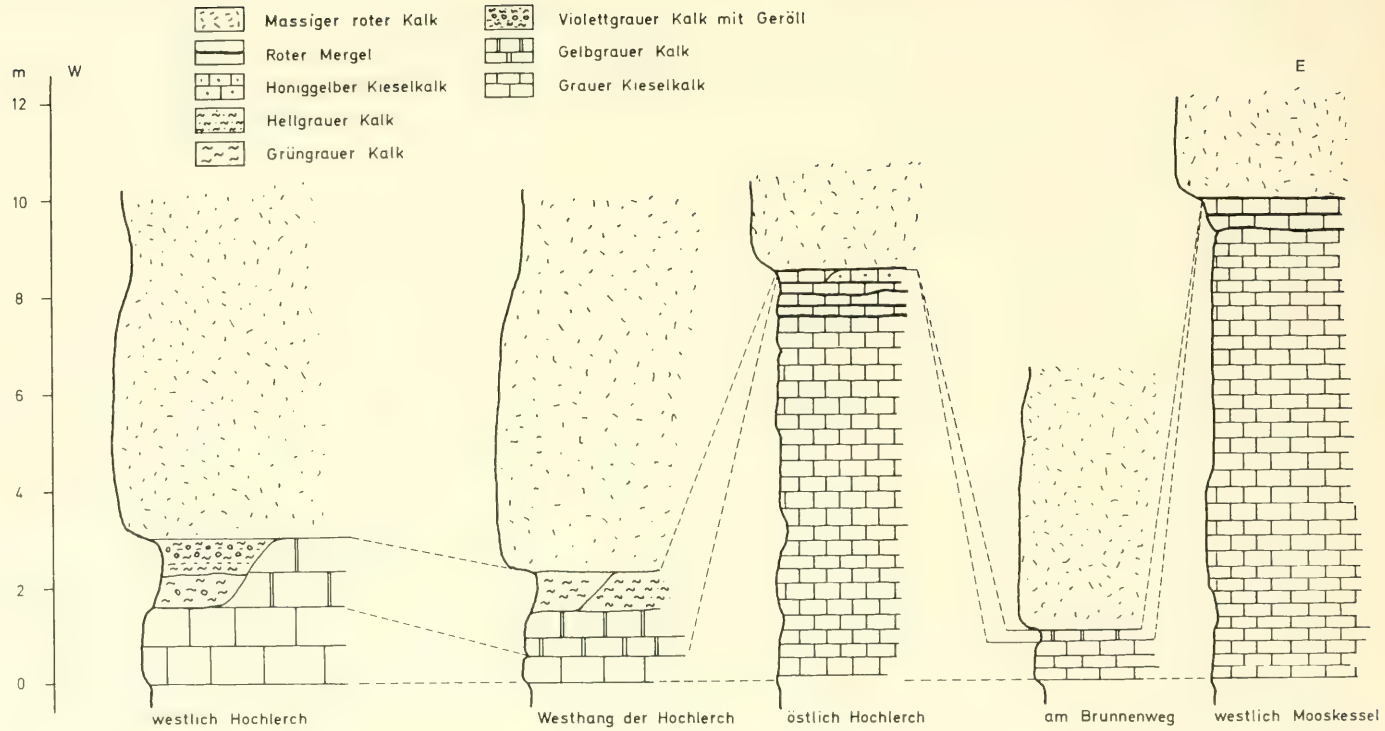


Abb. 2: Säulenprofile mit Faziesentwicklung der Basiskalke in der Hochlerch-Silleck-Mulde

Ammodiscus sp.
Bairdia sp. vorherrschend
Ostracoda div. sp.
Crinoidenstielglieder
Pisces: *Dapedius* sp. (Zahn)
andere Fischzähne, nicht bestimmbar.

Sämtliche Ostracoden sind glattschalig.

Außerdem kommen auch rote Mergel im Hangenden des grauen Kieselkalkes unterhalb des Felskopfes, westlich des Mooskessels, vor; sie schließen mit massigem rotem Kalk ab.

Stratigraphische Einstufung

Bezüglich der stratigraphischen Einstufung der Basiskalke des Lias in der Hochlerch-Mulde führt Dhein (1944, S. 195) aus, daß der „Liaskieselkalk" (= Basiskalk d. V.) am Bischofsstuhl (Ostende der Mulde) den „Hierlatzkalk" (= massiger roter Kalk d. V.) überlagert und daher zum oberen Lias zu rechnen sei. Auf S. 197 schreibt er: „Unterhalb des Hochlerchgipfels beobachten wir schon Liaskieselkalk, der in schmalen Zungen noch im Sattelkern des Zwölferspitz erschlossen ist und von fraglichen Doggerspatkalken überlagert wird. Der Liaskieselkalk taucht aber dann ab und wird am Steinacker noch einmal angeschnitten." In der Profilserie, die Dhein vom Hochlerch gibt, ist der (Lias)Kieselkalk (abweichend von seiner Beschreibung) jedoch als Liegendes des massigen roten Kalkes eingezeichnet.

Folgende Kriterien wurden für die stratigraphische Zuordnung der Basiskalke ermittelt:

1. Die Basiskalke befinden sich im Liegenden des massigen roten Kalkes, im Westen und unterhalb des Hochlerchgipfels, sowie unterhalb des westlichen Felskopfes am Mooskessel. Südlich des Zwölferspitz, am Brunnenweg, stehen die Schichten der Basiskalke saiger; sie bilden hier den südlichen Muldenrand.

2. Die Basiskalke enthalten Glaukonit und sind sehr stark kieselig. Nach Fabricius (1960) sprechen diese beiden Merkmale für ein unterliassisches Alter; er bezeichnet sie als Kriterien der Rät-Lias-Grenze. Glaukonithaltiger grüngrauer Kalk wird von Seyed-Emami (1962) und Wrobel (1966) im unteren Lias nachgewiesen.

Gelbgrauer spätiger Kalk wird zwar öfters aus dem Dogger beschrieben, er kommt aber auch im Lias vor. Fabricius (1960) und Blind (1963) stellen ähnliche Vorkommen in der Karwendelmulde und am Breitenberg in das untere Hettangien.

3. Die Brachiopodenfauna des grauen Kieselkalkes spricht für unterliassisches Alter. Desgleichen weist der Fund von *Spiriferina alpina* Oppel im gelbgrauen Kalk ebenfalls auf ein unterliassisches Alter hin. Von Nöth (1926, S. 455) wird *Spiriferina alpina* Oppel sogar als leitend für den unteren Lias bezeichnet. *Nannobelus acutus* (Miller) aus dem hellgrauen Kalk deutet auf oberes Hettangien bis unteres Pliensbachien. Ein *Arnioceras* sp., das im massigen roten Kalk unmittelbar im Hangenden der Mergel und des Kieselkalkes gefunden wurde, spricht dafür, daß die massige rote Kalkfazies spätestens im Unter-Sinemurien einsetzt. Die Basiskalke, die das Liegende der roten Kalke im Südflügel bilden, sind daher ins Hettangien bis unterstes Sinemurien zu stellen.

Auch die Mikrofauna deutet auf ein unterliassisches Alter dieser Kalke hin. Es wurden bisher nur glattschalige Ostracoden, insbesondere der Gattung *Bairdia* aus

den roten Mergellagen ausgeschlämmt. Nach KLINGLER (1962) sind im Hettangien glattschalige Ostracoden vorherrschend. Im Gegensatz dazu haben rätische Ostracoden Schalenwülste; die Sinemurien-Formen sind schön skulptiert.

Die Basiskalke sind nur im Südflügel der Mulde vertreten. Im Nordflügel lagert massiger roter Kalk direkt auf Hauptdolomit. Der Kontakt ist tektonisch zu deuten. Der Aufschluß westlich des Mooskessels zeigt eine Verzahnung der Basiskalke des Südflügels mit den untersten Schichten des massigen roten Kalkes im Nordflügel. Daraus folgt, daß die untersten Schichten des massigen roten Kalkes im Nordflügel gleich alt sind mit den Basiskalken, d. h., daß im Nordflügel die massige rote Kalkfazies u. U. schon im Hettangien einsetzt.

M. E. ist am Hochfelln eine ähnliche fazielle Entwicklung wie in der Hochlerch-Silleck-Mulde zu beobachten: die dortigen grauen Kieselkalke sind wahrscheinlich ebenfalls unterliassisch.

Schriftenverzeichnis

AGER, D. V. et al.: Mesozoic and Cenozoic Rhynchonellacea. — In: MOORE, R. C.: Treatise of Invertebrate Paleontology, Part **H**, Brachiopoda-Articulata, Vol. **2**, S. 597—632, 40 Abb., Kansas 1963.

BLIND, W.: Die Ammoniten des Lias Alpha aus Schwaben, vom Fonsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung. — Palaeontographica, Abt. A, **121**, S. 38—131, 5 Taf., 46 Abb., 10 Tab., Stuttgart 1963.

DHEIN, A.: Geologie der Alpenrandzone zwischen Marquartstein und Bergen. — N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd. **88** B, S. 176—288, 3 Taf., 12 Abb., 1 geol. K., Stuttgart 1944.

FABRICIUS, F. H.: Sedimentation und Fazies des Rät und der Liasüberdeckung in den Bayerisch-Tirolischen Kalkalpen. — Diss. München, 157 S., 66 Taf., 27 Tab., München 1960.

HÖLDER, H.: Jura. — 603 S., 158 Abb., 43 Tab., Stuttgart 1964.

KLINGLER, W.: Lias Deutschlands. — In: SIMON, W.: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 73—122, 7 Taf., 2 Tab., Berlin 1962.

MATHUR, A. C.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochlerch-Gebiet. — Unveröff. Dipl. Arb., 77 S., 1 geol. K., 14 Abb., München 1967.

NÖTH, L.: Der geologische Aufbau des Hochfelln-Hochkienberg-Gebietes. — N. Jb. Min. etc., Beil. Bd. **53** B, S. 409—510, 1 Taf., 1 geol. K., Stuttgart 1926.

SCHWEGLER, E.: Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. — Palaeontographica, **118** A, S. 1—22, 12 Abb., Stuttgart 1962.

SEYED-EMAMI, K.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen am Heuberggebiet. — Unveröff. Dipl. Arb., 54 S., 18 Abb., 1 geol. K., 2 Taf., München 1962.

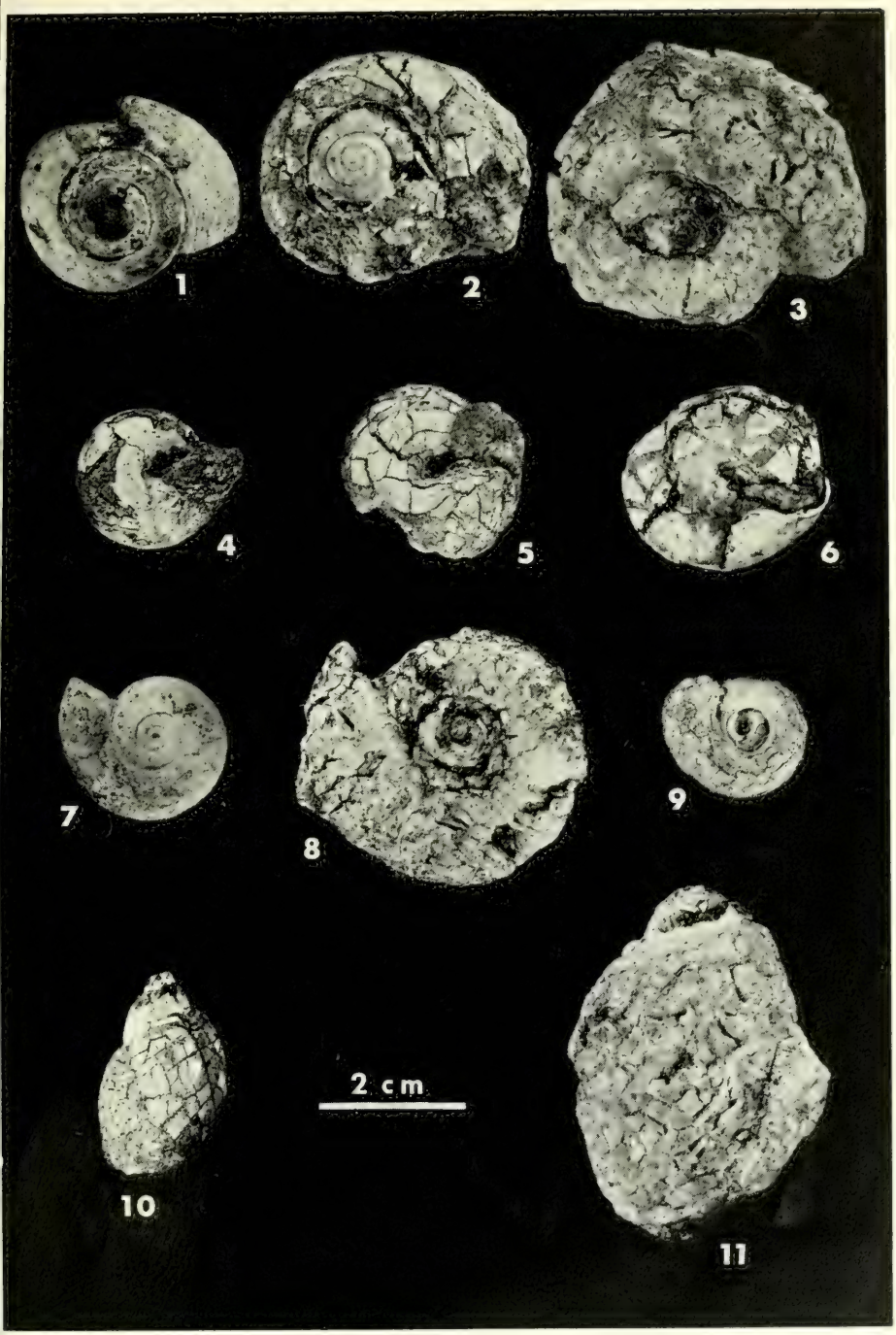
TRISCHLER, J.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochgern-Gebiet. — Unveröff. Dipl. Arb., 86 S., 1 geol. K., 25 Abb., München 1967.

WERNER, E.: Über die Belemniten des schwäbischen Lias und die mit ihnen verwandten Formen des Braunen Jura (Acoeli). — Palaeontographica, **59**, S. 103—146, 4 Taf., Stuttgart 1913.

WROBEL, J. P.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Wendelstein-Gebiet: Wendelstein-Hochsalwand. — Unveröff. Dipl. Arb., 71 S., 17 Abb., 4 Textabb., München 1965.

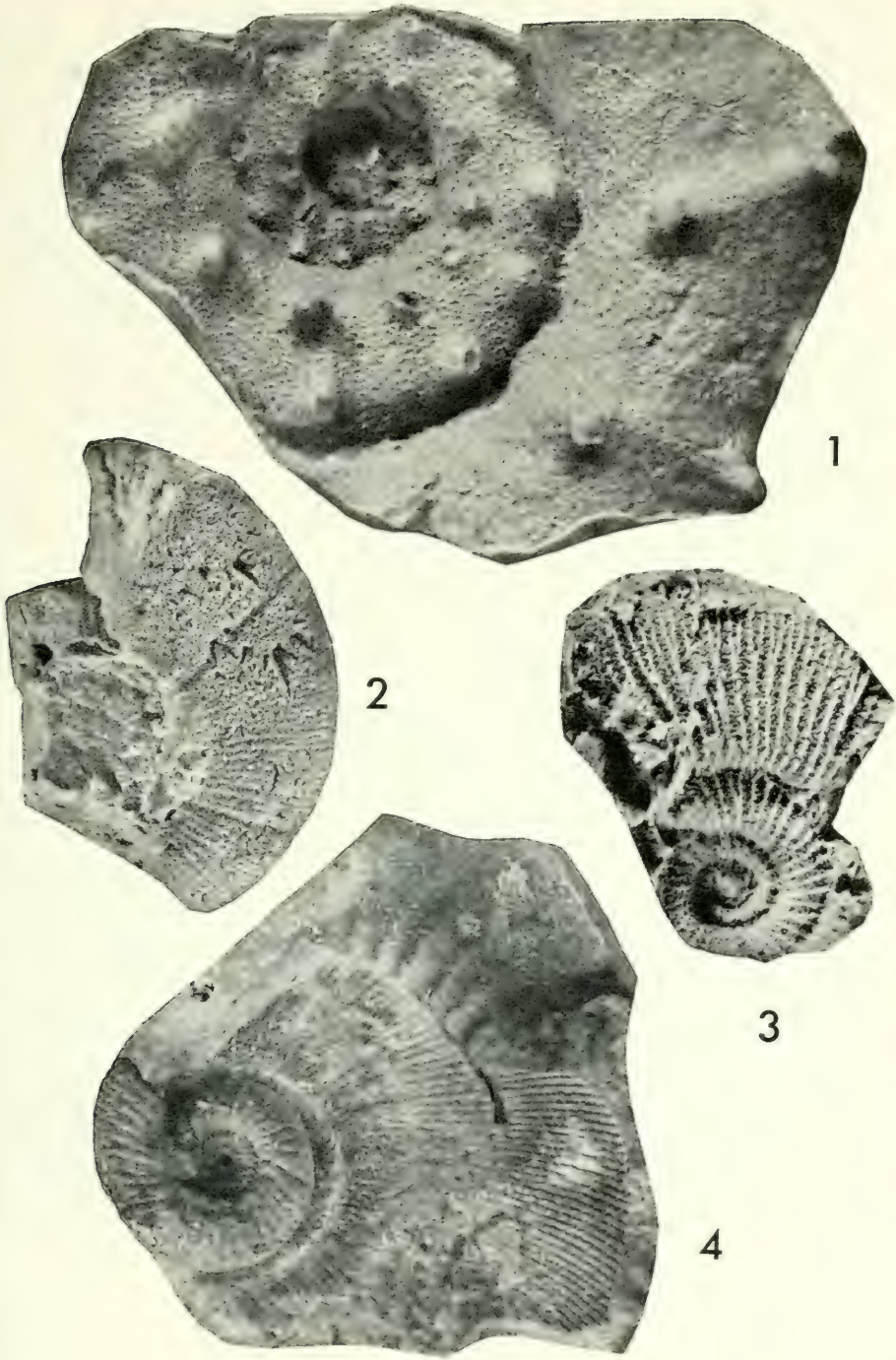
Anhang

Tafel 1 bis 12



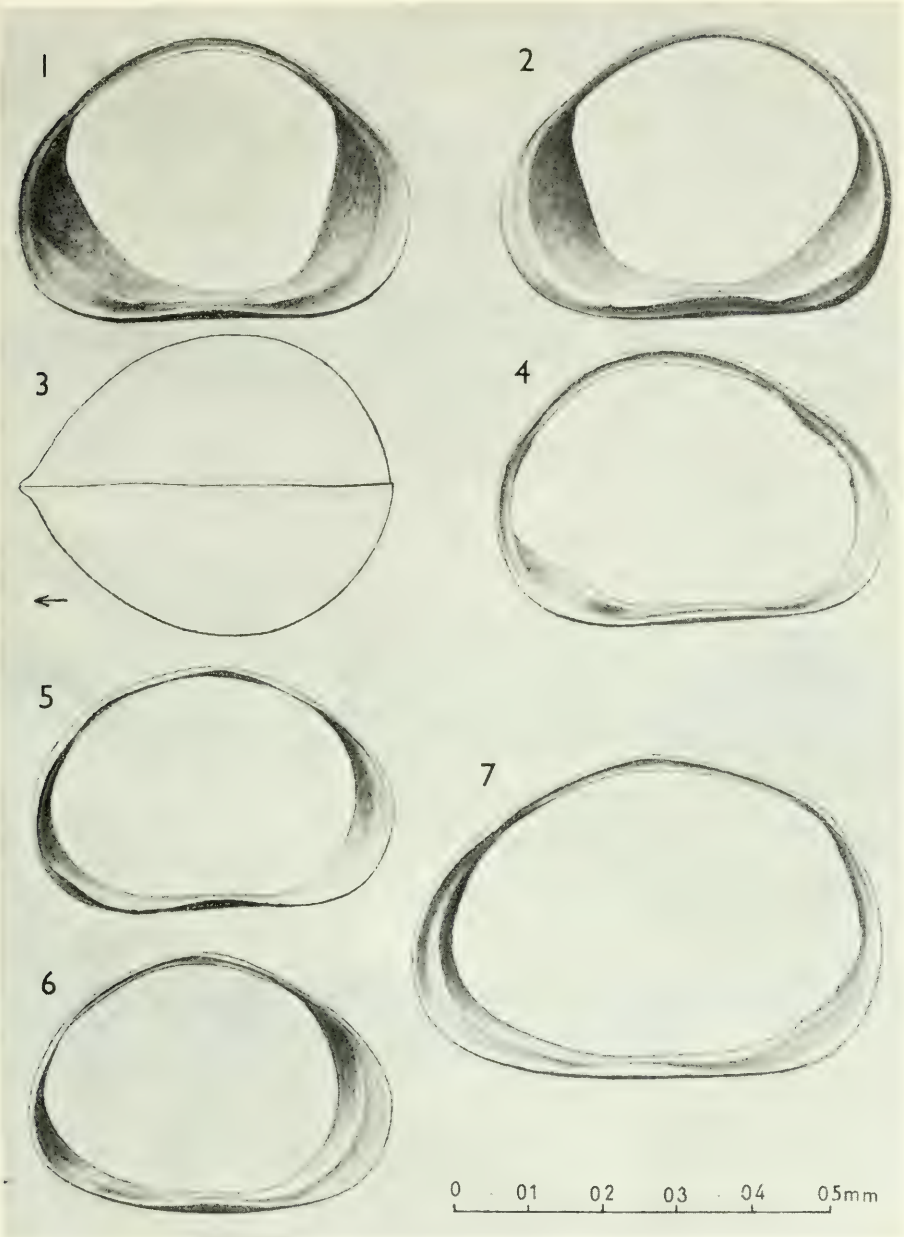
GALL, H.: Gastropodenerhaltung Sandelzhausen

Tafel 1



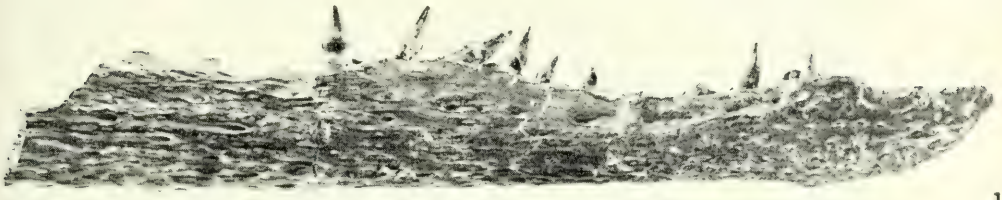
SCHAIRER, G. & S.-A. YAMANI: Ammoniten von Großmehring

Tafel 2

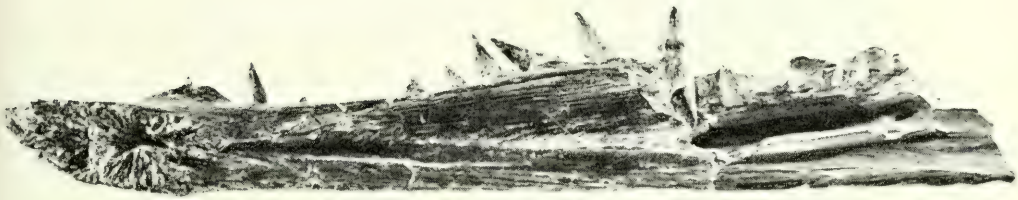


Absolon, A.: Spät- und postglaziale Ostracoden

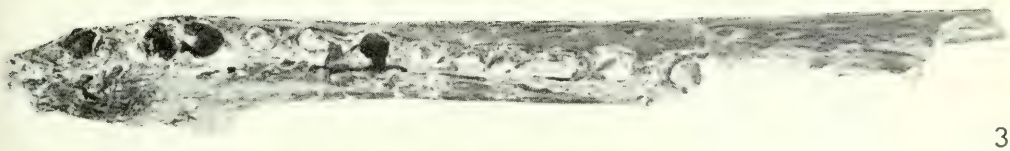
Tafel 3



1

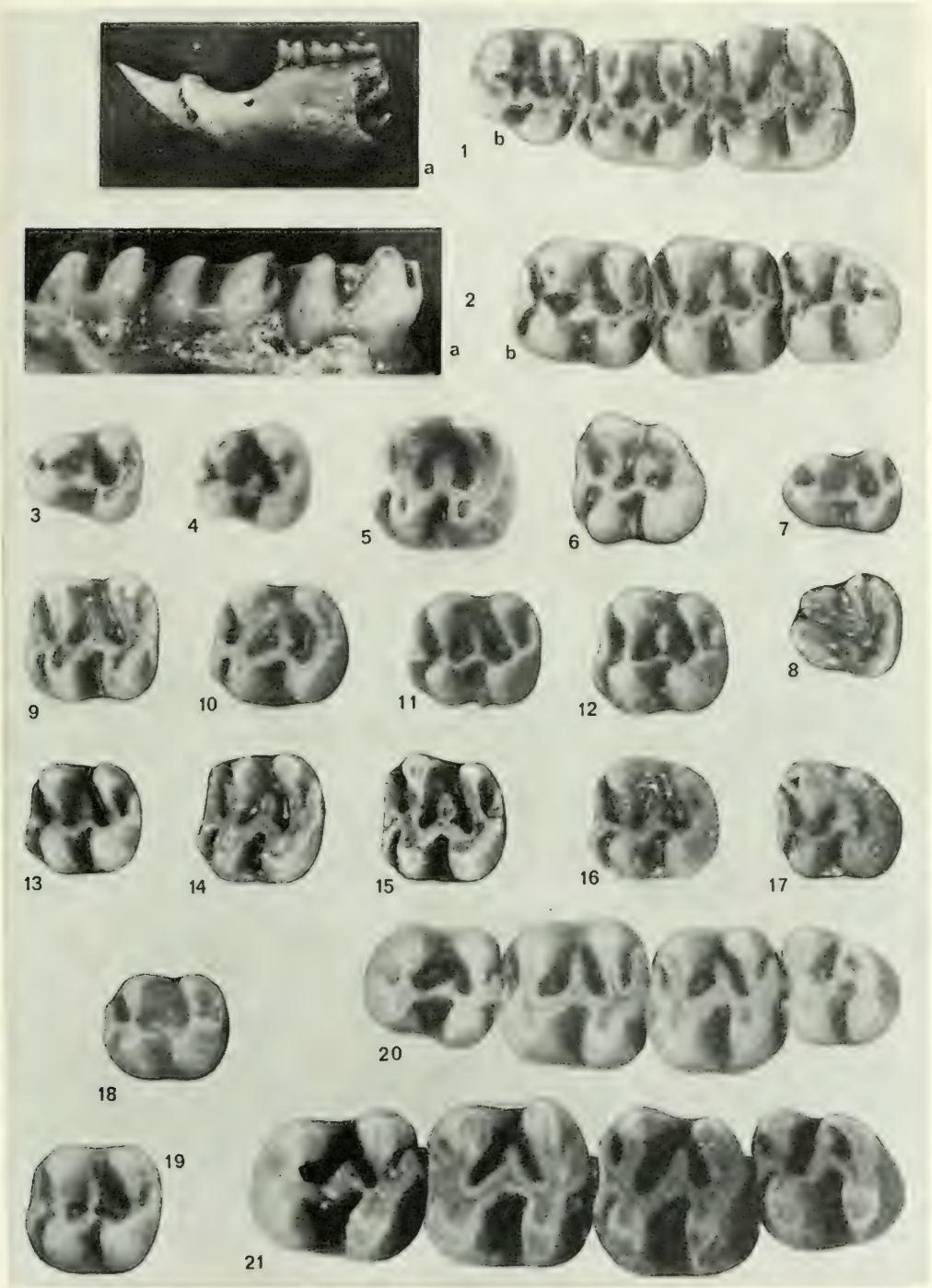


2



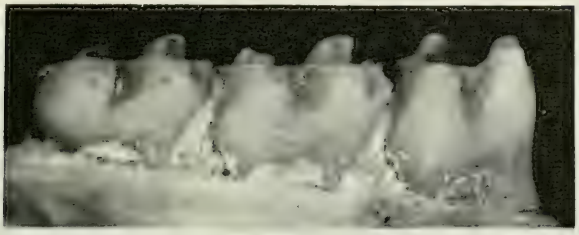
3

Schmidt-Kittler, N.: *Dimyloides* von „Ehrenstein 4“ Tafel 5



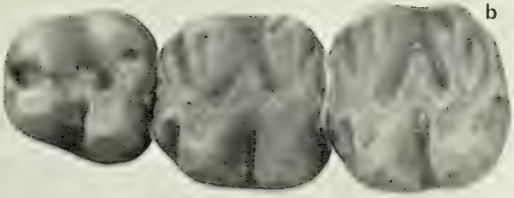
FAHLBUSCH, V.: Eomyiden Nordamerikas und Europas

Tafel 6

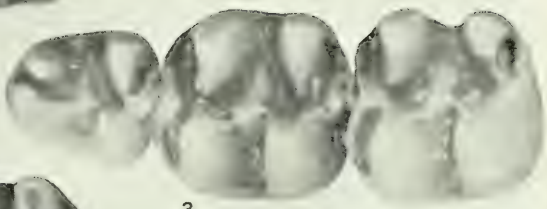


a

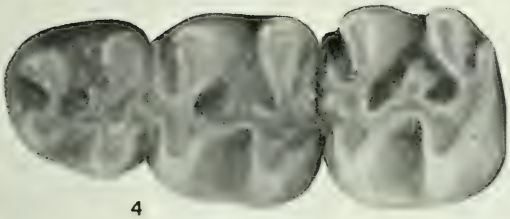
b 1



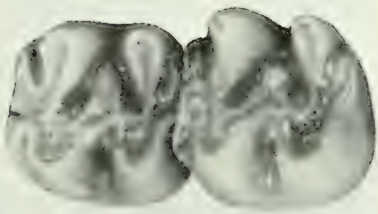
2



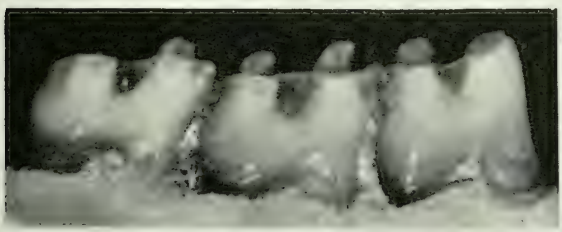
3



4



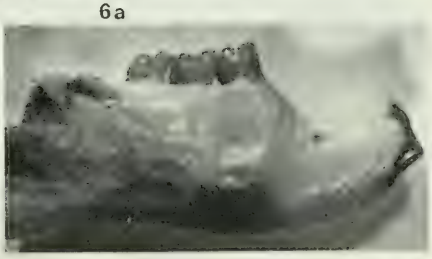
5



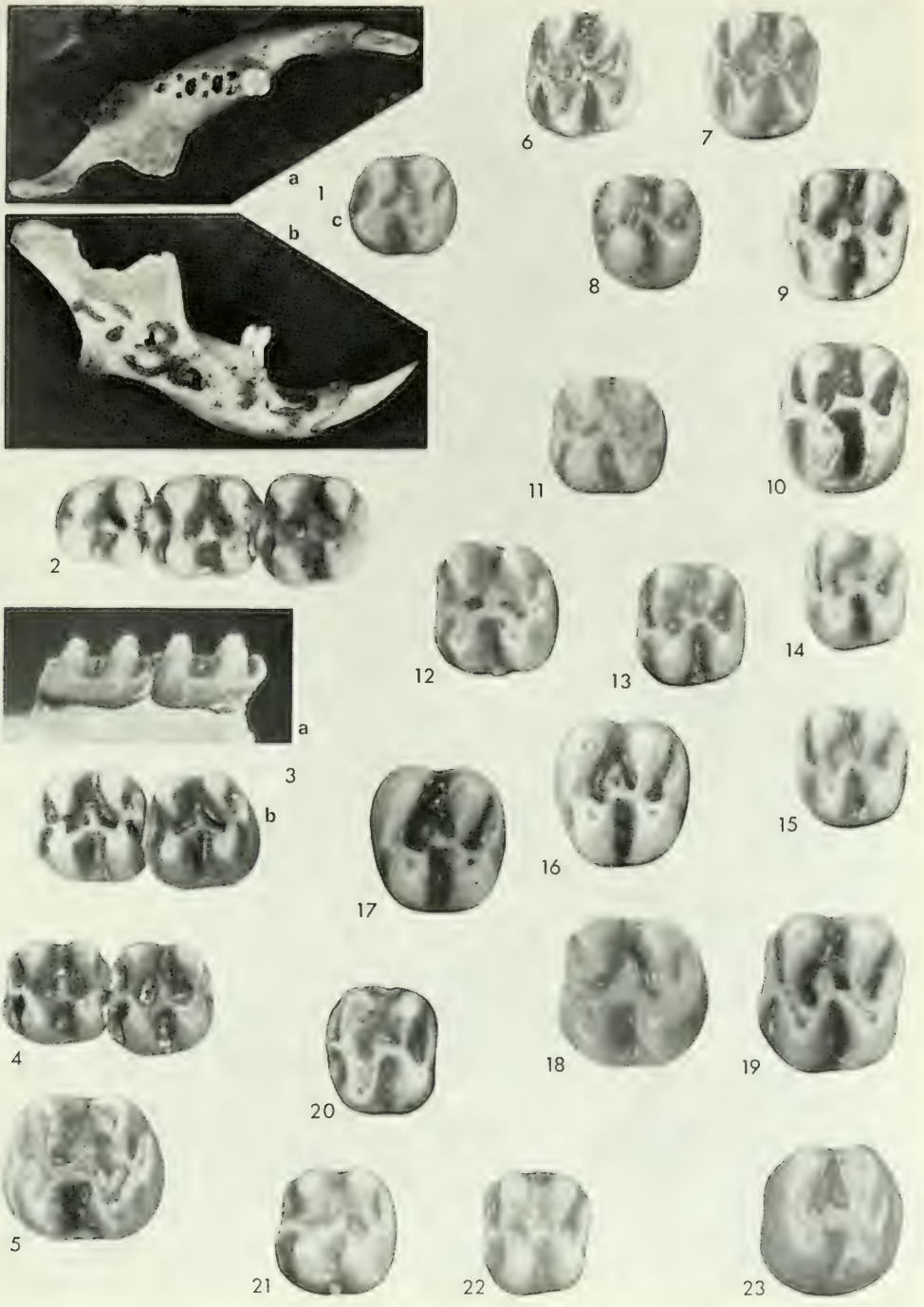
6 b

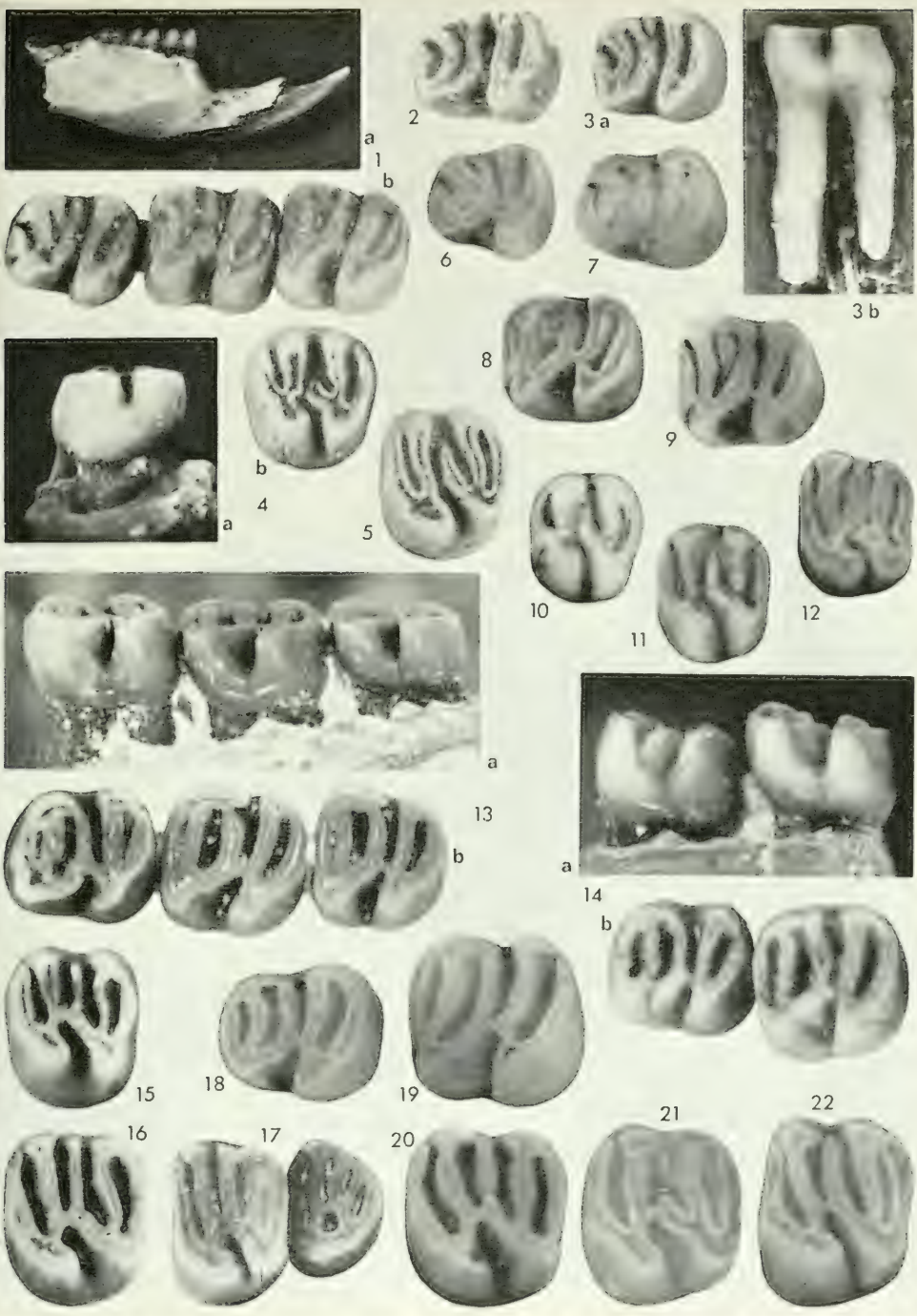
6 a

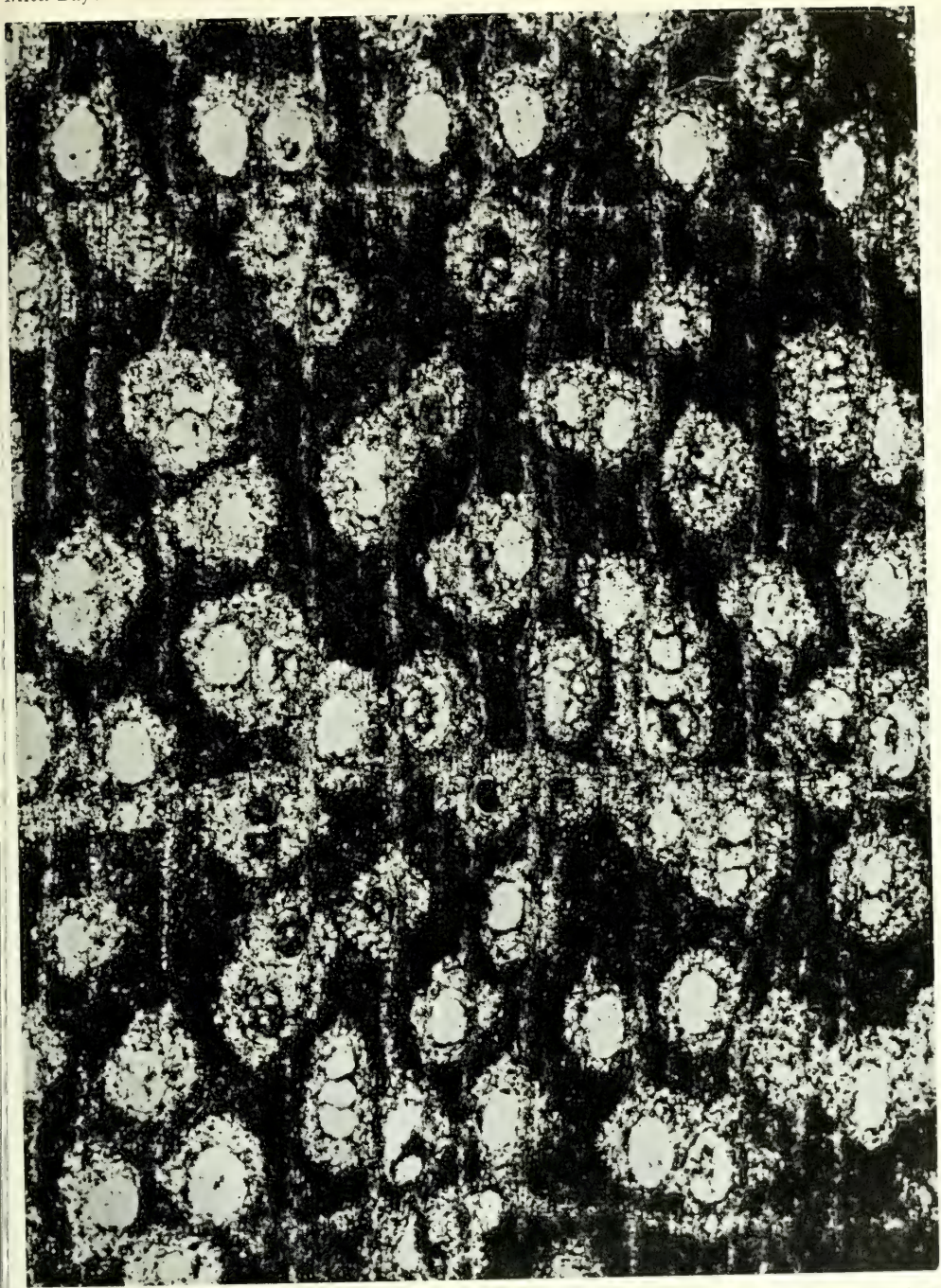
6 c



1
2
3
4
5
7
8
9
10
11
6
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
24
22
23
25

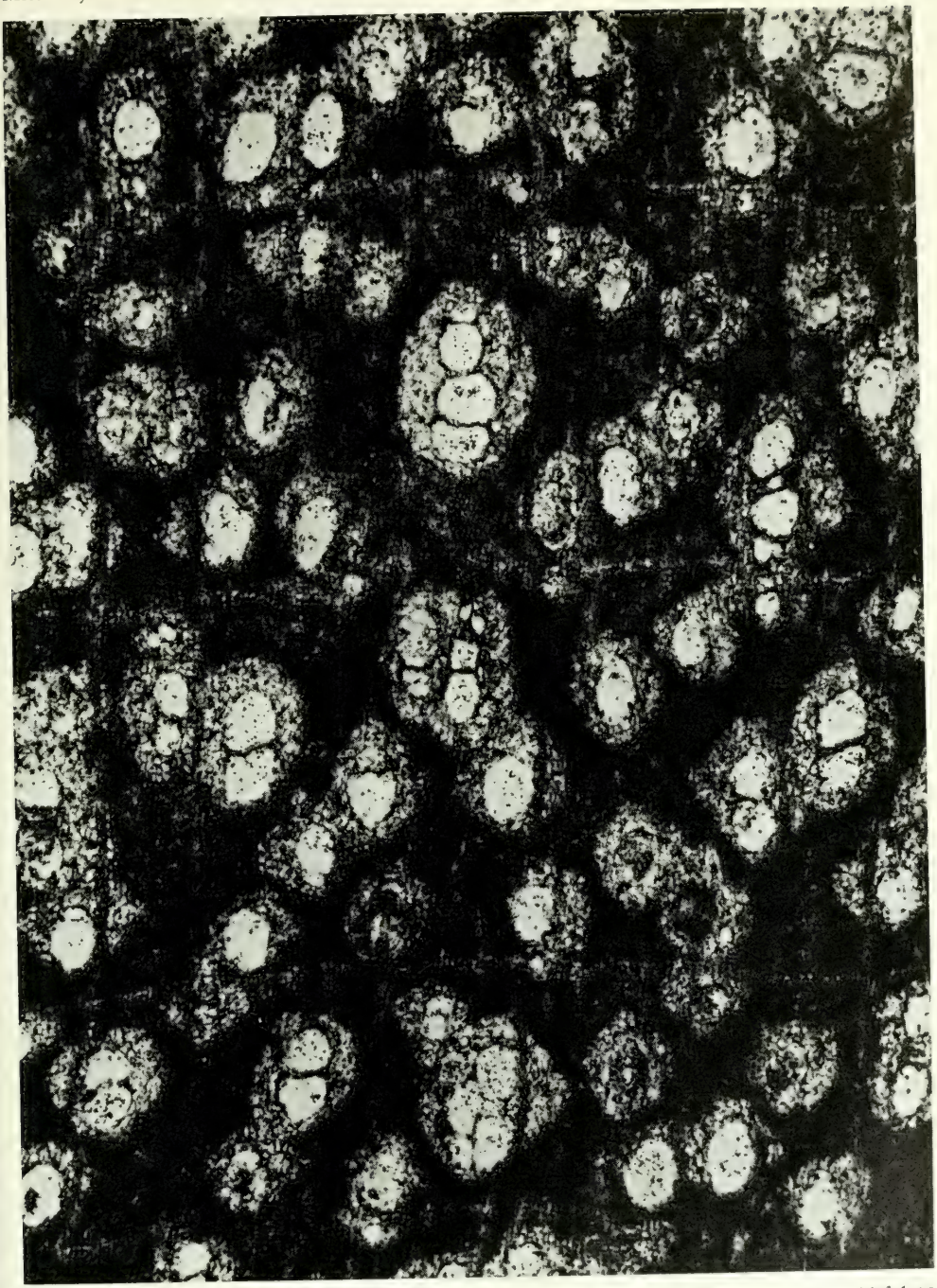

a
1
c
b
6
7
8
9
11
10
2
12
13
14
a
3
b
15
16
17
4
18
19
20
5
21
22
23


a
1
b
2
3 a
3 b
6
7
8
9
b
4
a
5
10
11
12
a
13
b
a
14
b
15
18
19
16
17
20
21
22



SELMEIER, A.: Verkieselte Leguminosen-Hölzer

Tafel 11



SELMEIER, A.: Verkieselte Leguminosen-Hölzer

Tafel 12

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

QE
701
M96
SI

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 14

INHALT

Fahlbusch, Volker, Horst Gall & Norbert Schmidt-Kittler: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 10. Grabungen 1970—73. Beiträge zur Sedimentologie und Fauna 103

Gall, Horst: Neue Daten zum Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse (Helvet) im südlichen Vorries 81

Gall, Horst, Abdel Hamid Ibrahim & Dieter Müller: Braunjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen — ein Beitrag zur Landschaftsentwicklung im Vorland der Südlichen Frankenalb (Bayern) 63

Heissig, Kurt: Neue Elasmotherini (Rhinocerotidae, Mammalia) aus dem Obermiozän Anatoliens (Tafel 2) 21

Heissig, Kurt: *Prosanthorhinus* pro *Brachypodella* Heissig 1972 (Rhinocerotidae, Mammalia) (non *Brachypodella* Beck 1837 [Gastropoda]) 37

Hoch, Ella: The spotted crake, *Porzana porzana* (L.) (Rallidae, Aves), from a Bavarian Eem interglacial lake deposit (plate 1) 11

Jung, Walter: Die Konifere *Brachyphyllum nepos* Saporta aus den Solnhofener Plattenkalken (unteres Untertithon), ein Halophyt (Tafel 3—4) 49

Jung, Walter: *Conites roßmaeßleri* Münster, ein verkannter Pflanzenrest aus den „Hangendschichten" des Oberpfälzer Braunkohlentertiärs 59

Koenigswald, Wighart von: Solnhofen 5, eine villafranchische Spaltenfüllung aus Bayern 39

Yamani, Seyed-Ali: Zur Ökologie der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Untertithon) 3

MÜNCHEN, 15. Dezember 1974
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.	14	128 S.	4 Taf.	München, 15. 12. 1974

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und histor. Geologie

HERAUSGEGEBEN VON
PROF. DR. RICHARD DEHM IN MÜNCHEN

HEFT 14

INHALT

Fahlbusch, Volker, Horst Gall & Norbert Schmidt-Kittler: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 10. Grabungen 1970—73. Beiträge zur Sedimentologie und Fauna 103

Gall, Horst: Neue Daten zum Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse (Helvet) im südlichen Vorries 31

Gall, Horst, Abdel Hamid Ibrahim & Dieter Müller: Braunjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen — ein Beitrag zur Landschaftsentwicklung im Vorland der Südlichen Frankenalb (Bayern) 63

Heissig, Kurt: Neue Elasmotherini (Rhinocerotidae, Mammalia) aus dem Obermiozän Anatoliens (Tafel 2) 21

Heissig, Kurt: *Prosantorhinus* pro *Brachypodella* Heissig 1972 (Rhinocerotidae, Mammalia) (non *Brachypodella* Beck 1837 [Gastropoda]) 37

Hoch, Ella: The spotted crake, *Porzana porzana* (L.) (Rallidae, Aves), from a Bavarian Eem interglacial lake deposit (plate 1) 11

Jung, Walter: Die Konifere *Brachyphyllum nepos* Saporta aus den Solnhofener Plattenkalken (untere Unterlithon), ein Halophyt (Tafel 3—4) 49

Jung, Walter: *Conites roßmaeßleri* Münster, ein verkannter Pflanzenrest aus den „Hangendschichten" des Oberpfälzer Braunkohlentertiärs 59

Koenigswald, Wighart von: Solnhofen 5, eine villafranchische Spaltenfüllung aus Bayern 39

Yamani, Seyed-Ali: Zur Ökologie der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Untertithon) 3

MÜNCHEN, 15. Dezember 1974
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie
8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 128 S. | 4 Taf. | München, 15. 12. 1974

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 3—9 | München, 15. 12. 1974

Zur Ökologie der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Untertithon)

Von Seyed-Ali Yamani[1])

Zusammenfassung

Die Lebensweise der ehemals im Korallenriff von Laisacker lebenden Bivalven ist nach Kauffman (1969), ihre Lebensräume sind nach Schäfer (1963) rekonstruiert. Wie diese Untersuchungen ergeben, sind alle von Schäfer beschriebenen Biozönosen im Korallenriff-Komplex von Laisacker vorhanden. Die Bivalven sind in ökomorphologische Typen gegliedert. Es zeigt sich, daß Formen mit halbgrabender Lebensweise fehlen, die im Sediment lebenden Formen selten sind und *Lithophaga* als einzige bohrende Form auftritt. Der Großteil der Fauna, charakteristisch für die Riff-Biozönose, gehört der Gruppe der epifaunalen Bivalvia an.

Abstract

The living habits of the bivalves of the ancient coral reef of Laisacker is reconstructed according to the concepts of Kauffman (1969) and their environments according to the models of Schäfer (1963). As is shown by these investigations, all the biocoenoses described by Schäfer are to be found in the Laisacker coral reef complex. The bivalves are differentiated according to ecological-morphological types. It is noticed that types with semiburrowing habits are missing, those living within the sediments is rare. *Lithophaga* is the only representative of boring types. The major part of the fauna belongs to the group of epifaunal bivalves characteristic for a reef habitat.

Inhalt

I. Einleitung 4
II. Ökologie 4
A. Ökomorphologie und Lebensweise der Bivalvia 4
B. Lebensbereiche im Riff von Laisacker 7

1) Dipl.-Geol. Dr. S.-A. Yamani, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

I. Einleitung

Der Steinbruch von Laisacker (2 km NW von Neuburg a. d. Donau, Blatt Burgheim Nord) ist seit Jahrzehnten Gegenstand einer Reihe faunistischer und fazieller Untersuchungen. GÜMBEL führte bereits (1889, S. 12) einige Fossilien aus Laisacker auf und sprach daraufhin (1891, S. 598) die Fazies als „Korallenkalke" an.

SCHNEID (1915, S. 157) brachte nicht nur eine Fossilliste im Rahmen seiner Untersuchungen über „Die Geologie der Fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. d. Donau" von Laisacker, sondern erwähnte auch die faunistische Beziehung zwischen Laisacker und Kelheim und stellte für Laisacker „. . . ein merklich jüngeres Alter" fest.

BARTHEL (1961, S. 24) gelang es, aufgrund von Ammoniten-Funden wie *Gravesia gravesiana* (D'ORB.), *Hybonoticeras hybonotum* (OPPEL) und *Neochetoceras steraspis* (OPPEL) die Schichten in das „obere zeta 1" (entspricht der oberen Solnhofener Folge) einzustufen. In der Folgezeit wurde das Vorkommen von WAGNER (1963 & 1964), STREIT (1963), JANICKE (1970), BARTHEL, JANICKE & SCHAIRER (1971) und von SCHAIRER & YAMANI (1974) untersucht. Der Autor beschrieb (1973) im Rahmen einer Dissertation die Bivalven-Fauna des Vorkommens (Palaeontographica, im Druck).

II. Ökologie

JANICKE (1970) führt im Rahmen seiner Untersuchungen an der Gastropoden-Fauna die im Bruch von Laisacker „vorhandene" Biofazies nach den von SCHÄFER gegebenen Definitionen auf. Hier soll nun anhand der Morphologie und Lebensweise der Bivalven versucht werden, die Lebensbereiche im Korallenriff von Laisacker zu rekonstruieren.

A. Ökomorphologie und Lebensweise der Bivalvia: Von der Tatsache ausgehend, daß die Anpassung des Individuums an eine bestimmte Lebensweise in seiner Morphologie zum Ausdruck kommt, können wir umgekehrt von der Morphologie auf seine Lebensweise und -bereiche schließen.

KAUFFMAN (1969, S. 140) rekonstruiert die Lebensweise der Bivalven nach ihrer Gehäuse-Morphologie und erkennt 3 Hauptgruppen:

Epifaunale Bivalvia
Semi-infaunale Bivalvia
und Infaunale Bivalvia

Mit dem Hinweis auf KAUFFMAN's (1969, S. 144ff.) Diagnosen für die jeweiligen Gruppen wird anschließend die Bivalven-Fauna von Laisacker nach diesem Schema unterteilt und ihr Vorkommen im Riffkomplex rekonstruiert.

a) Epifaunale Bivalvia:

1. „Byssate free-swinging Bivalves": Muscheln, die an langem Byssus angeheftet sind, frei im Wasser schwingen und deren Gehäuseform der Wasserströmung angepaßt ist:

Gervillia (Gervillia) sp.
Gervillia (Cultriopsis) sp.
Isognomon (Isognomon) flambarti (DOLLFUS)
Pteroperma cf. *plana* LYCETT sensu COX in MOORE

2. „Byssate closly attached Bivalves in exposed habitats": Muscheln, die sich in freiliegenden Standorten mit kurzem Byssus auf hartem Untergrund anheften und relativ unbeweglich sind:

Mytilus sp.
Mytilus (Pernomytilus) cf. *pernoides* Roemer
Arcomytilus couloni (Marcou)
Modiolus (Modiolus) cf. *lorioli* Zittel sensu Boehm
Falcimytilus cf. *jurensis* (ex Merian) (Roemer)

3. „Byssate epifaunal nestlers": Mit Byssus versehene epifaunale Nestbildner. Diese Gruppe nistet sich zwischen den Korallenstöcken und ihren Zweigen ein. Sie leben aber auch angeheftet auf dem harten Untergrund kleiner Vertiefungen und an den Wurzeln mariner Pflanzen oder an der geschützten Seite harter Riffblöcke. Die Gehäuse-Morphologie spricht dafür, daß diese Formen einen Lebensraum bevorzugen, in dem Wasserströmungen vorhanden sind. Typische Vertreter dieser Gruppe sind:

Arca (Arca) trisulcata Münster
Arca (Arca) pencki Boehm
Arca (Arca) fruthi Yamani
Barbatia (Barbatia) uhligi (Boehm)
Grammatodon (Cosmetodon) cf. *keyserlingi* (D'Orbigny) und

wahrscheinlich einige Formen der Limidae. Viele Arten besiedeln die lichtgeschützten Unterseiten der Felsen und wachsen an den Riffen fotonegativ, wo ihre Siedlungsbereiche sich mit denen der „Byssate Fissure-dwellers" wie *Lima* und *Chlamys* überschneidet. Die typischen Gehäuse der „Byssate epifaunal nestlers" weisen auf eine hochgradige Anpassung an ein Leben in freien oberflächlichen Einsenkungen des harten Untergrund hin. Daher ist anzunehmen, daß das Leben auf der mehr geschützten Unterseite von Felsen wahrscheinlich eine sekundäre Anpassung an eine neue versteckte Lebensweise darstellt.

4. „Byssate fissure-dwellers": Mit dem Byssus in Spalten und Rissen angeheftete Formen. Diese Gruppe umfaßt hauptsächlich „fotonegative" Bivalven. Diese morphologisch unterschiedlichen Formen haben sich möglicherweise im Laufe ihrer Evolution an diese Lebensweise angepaßt, jedoch ohne wichtige Abänderungen ihrer Gehäuseform. Die primäre Wohnweise ist auf der Unterseite von Felsen, an verhältnismäßig dunklen Abhängen, in engen Spalten und Hohlräumen zwischen den Korallenstöcken, in den Zwischenräumen von Wurzeln der Wasserpflanzen und in Nischen mit guter Wasserzirkulation, schwachem Licht und sicherem Schutz vor starken Strömungen. *Chlamys* und wahrscheinlich *Eopecten* und manche Limidae gehören in diese Gruppe:

Chlamys subtextoria (Münster)
Chlamys paraphora (Boehm)
Chlamys quenstedti (Blake)
Chlamys sp.
Eopecten velatus (Goldfuss)
Eopecten subtilis (Boehm)
Eopecten sp.

Die Gattung *Spondylopecten* besitzt die gleichen morphologischen Merkmale (Gleichklappigkeit und tiefe Byssusbucht) wie *Chlamys* und kann daher die gleiche

Lebensweise gehabt haben. Demnach gehören zu dieser Gruppe auch folgende Arten:

Spondylopecten subspinosus (SCHLOTHEIM)
Spondylopecten globosus (QUENSTEDT)
Spondylopecten aequatus (QUENSTEDT)
Spondylopecten proumbonatus YAMANI

5. „Cemented epifaunal Bivalves": Diese Gruppe umfaßt Bivalven von verschiedenen Gehäuseformen, die zeitweise (meist frühontogenetisch) oder dauernd auf festem Untergrund mit einer Klappe festgewachsen sind. Sie bevorzugen exponierte oder halb exponierte Unterlagen, die periodisch intensiven Wellen und Strömungswirkungen ausgesetzt sind. In ihrem Lebensbereich herrschte gute Durchlichtung und Wasserbewegung, periodische Trübung und starker Nahrungsanfall. Aus Laisacker sind folgende Formen bekannt:

Spondylus tenuistriatus MÜNSTER
Plicatula (Plicatula) aff. *lexoviensis* CHAVAN
Plicatula (Plicatula) sp.
Gryphaeidae
Ostreidae

Spondylus heftet sich einzeln oder zu Gruppen an, während die Ostreidae allgemein die gesellige Lebensweise bevorzugen.

6. „Free-living epifaunal Bivalves": Diese Gruppe beinhaltet Formen, die auf der Oberfläche des Meeresbodens liegen, ohne sich mit Byssusfäden anzuheften oder mit einer Klappe aufgewachsen zu sein. (Frühontogenetische Stadien mancher Formen sind hier ausgenommen.)

Propeamusium (Parvamusium) stoliczkai (GEMMELLARO)
Camptonectes (Camptochlamys) tithonius (GEMMELLARO & DI BLASI)

SCHÄFER (1962, S. 178) zählt *Astarte* zu den auf der Sedimentoberfläche lebenden Formen (liberosessil). Wahrscheinlich gehören auch die übrigen Astartidae zu dieser Gruppe:

Astarte (Astarte) pasiphae D'ORBIGNY
Astarte (Astarte) cf. *paphia* D'ORBIGNY
Neocrassina (Coelastarte) cf. *suprajurensis* (ROEMER)
Nicaniella (Nicaniella) cf. *soror* CHAVAN
Nicaniella (Nicaniella) sp.
Praeconia studeriana (DE LORIOL)
Praeconia terminalis (ROEMER)
Praeconia oblonga (ROEMER)
Praeconia canavarii (BOEHM)
Megapraeconia ? sp.
Prorokia subproblematica (BOEHM)

Unter den Pectinidae und Limidae gibt es schwimmende Formen, die mit dem Auf- und Zuklappen der Schalen sich fortbewegen, um drohenden Gefahren zu entkommen. Vertreter dieser Formen gehören auch hierher.

b) „Semi-infaunale Bivalvia": Formen, die die halbgrabende Lebensweise bevorzugen und mit dem Byssus ihre Lage im Sediment stabilisieren. Diese Gruppe, mit ihrem bekanntesten Vertreter wie *Pinna*, ist von Laisacker nicht bekannt.

c) „Infaunale Bivalvia": Zu dieser Gruppe gehören Sediment-vagile und -sessile Muscheln, die Siphonen besitzen und dadurch mit der Sedimentoberfläche eine Verbindung haben. Unter den fossilen Formen sind sie an ihrer Mantelbucht zu erkennen.

Goniomya (Goniomya) cf. *literata* (SOWERBY)
Pachymya (Arcomya) kelheimensis (BOEHM)
Plectomya cf. *incertissima* (BOEHM)

Zu dieser Gruppe gehören auch die Bohrmuscheln, die durch:

Lithophaga (Lithophaga) siliceus QUENSTEDT

in Laisacker vertreten sind.

B. Lebensbereiche im Riff von Laisacker: Beim Betrachten des Steinbruchs fallen verschiedene, den Riffkomplex aufbauende Bereiche auf. JANICKE (1970, S. 76) sieht im Riff „zwei Hauptbereiche, den Riffkern und die Riffschuttzone" und gliedert sie in verschiedene Biofazies-Bereiche (Definition nach SCHÄFER 1963).

Zweifellos haben wir in der E-Wand das eigentliche Riff vor uns, das neben Hydrozoen, Korallen und Schwämmen auch Schnecken und hauptsächlich Muscheln führt. Eine Schichtung fehlt hier völlig und die darin enthaltenen zahlreichen Fossilien zeigen keine Einregelung. Der Fossilreichtum spricht für eine ehemals artenreiche Biozönose, die unter den besonderen Bedingungen, wie starke Wasserbewegung und gute Wasserstoff-Versorgung, in der Riffazies so formenreich gedeihen konnte. Ein großer Teil der dort lebenden Muscheln gehört zu sessilen Formen wie Ostreidae, Gryphaeidae. Hier hatten außerdem diejenigen Vertreter der epifaunalen Bivalvia eine Lebensmöglichkeit, die sich an den Korallenzweigen mit ihrem Byssus festheften und frei in den Wasserströmungen schwingen wie *Gervillia, Isognomon* und *Pteroperna*, oder sich zwischen den Korallenstöcken einnisten wie *Arca, Barbatia, Grammatodon (Cosmetodon)*. In diesem Lebensraum waren auch die Bivalven heimisch, die sich in den Hohlräumen, zwischen den Korallenstöcken und an der geschützten Seite des Riffes, wo schwächere Strömungen herrschten, mit ihrem Byssus festheften wie einige Pectinidae und *Coelopis* als typischer Riffbewohner (vgl. WELLNHOFER, 1964, S. 108).

SCHÄFER (1963) und JANICKE (1970) folgend bezeichnen wir diesen Bereich als vital-astrate Biofazies.

Nach einem Vergleich mit benachbarten Schürfen und Aufschlüssen vermutet JANICKE (1970), „daß es sich hier mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Komplex zahlreicher, kleiner, teilweise miteinander verschmolzener Riffe (sog. ‚*patch reefs*') handelt". Zwischen diesen Riff-Flecken befanden sich kleinere und größere Senken, die mit Schuttmaterial beliefert wurden. Für diese Senken ist nach SCHÄFER (1963) aufgrund „starker Wasserbewegung am Meeresboden durch Strömung und grundberührenden Seegang" mit guter Sauerstoffversorgung zu rechnen. Die ständigen Umlagerungen zerstören hier die immer wieder entstehende Biozönose und lassen eine Taphozönose aus am Ort existierenden und von außerhalb antransportierten Biozönosen entstehen. Für diesen Bereich trifft die von SCHÄFER gegebene Definition der vital-lipostraten Biofazies zu.

JANICKE (1970, S. 76 f., Taf. 11, Fig. 3) sieht in einigen ± horizontal angeordneten Hohlräumen von *Praeconia* sp. „einen Besiedlungshorizont . . . . in dem die Tiere, wenn nicht in Lebensstellung, so doch in ihrem Lebensraum überliefert sind".

Dieser Lebensraum kann nicht der vital-lipostraten Fazies angehört haben, wie JANICKE annimmt, da nach Schäfer (1963, S. 23) dort die Biozönosen früh zerstört wurden. Bei der zur Diskussion stehenden *Praeconia* handelt es sich um große Individuen, die unter den für die vital-lipostrate Biofazies gegebenen Bedingungen nicht diese Größe erreicht haben können. Es folgt daraus, daß die Tiere zu ihrer jetzigen Fundstelle transportiert wurden. Herr SCHULZ, Ingolstadt, machte bei einer Exkursion auf eine *Gervillia (Cultriopsis)* etwa in der Mitte der N-Wand aufmerksam, die als haftend und frei schwingendes Individuum ebenfalls wie die *Praeconia* in dieser Senke keine Lebensmöglichkeit hatte. Schließlich legt das Auftreten von Sediment-vagilen Formen wie *Pachymya (Arcomya), Plectomya* und *Goniomya* die Vermutung nahe, daß für diese Gruppe andere Lebensräume existiert haben müßten. Das Auftreten von Aporrhaideen, vertreten durch *Diarthema fruthi* JANICKE, die im weichen Boden, teilweise eingewühlt lebten (JANICKE 1970), bestätigt ebenfalls die Existenz einer Biofazies, welche nach SCHÄFER (1963) als vital-pantostrat zu bezeichnen ist, auch wenn dieser Bereich in dem Laisacker-Bruch nirgends angeschnitten vorzufinden ist.

An der NE-Wand des Bruches ist eine Bankung zu erkennen, die aus unsortiertem, z. T. hellgrauem oder rötlich-braunem Detritus locker zusammengesetzt ist, und als Übergußschichtung gedeutet wird. Die Hauptmasse ist reich an Taphozönose, die aus den umgebenden Bodenbiozönosen und aus den Biozönosen des freien Wassers stammt (SCHÄFER 1963). Nach SCHÄFER und in der Übereinstimmung mit JANICKE (1970) ist dieser Bereich als letal-lipostrat zu bezeichnen. Hier fehlte eine Bodenbiozönose.

Eine weitere, erstmals beobachtete Biofazies im Bruch von Laisacker ist mit der letal-pantostraten Biofazies (SCHÄFER 1963) zu identifizieren, die durch Taphozönose der Nektonten und Planktonten gekennzeichnet ist. Hier entstanden durch Ablagerungen von abgestorbenen Organismen und einem ± völligen Sauerstoffschwund lebensfeindliche Bedingungen, die die Existenz einer Bodenbiozönose unmöglich machten. Eine derartige Biofazies ist an der N-Wand, in der Nähe der Bruchsohle, in einem kleinen Profil dokumentiert. Dieses zeigt in etwa 150 cm vertikaler Erstreckung abwechselnd dünnere (0,5 cm) und dickere (bis zu 3 cm) Bänke in ± horizontaler Lage. Es wechseln fein- bis grobgradierte Lagen ab. Gelegentlich kam es hier zu Rutschungen, bei denen die noch unverfestigten Lagen verfaltet, ausgedünnt oder zerrissen wurden. Einige Bänkchen müssen weitgehend verfestigt gewesen sein, da sie bei den Gleitungen mit Bruch reagierten. Eine eingehende Beschreibung des Profils und detailliertere Untersuchungen sind bereits durchgeführt worden (vgl. SCHAIRER & YAMANI 1974).

Das heute vorliegende Bivalven-Material dokumentiert Faunen verschiedener Biozönosen, die zum Teil an ihren jetzigen Fundstellen gelebt haben können — wie die Vertreter der epifaunalen Bivalvia — oder erst dorthin transportiert worden sind. Ihre Lebensbereiche im Korallenriff von Laisacker sind nun anhand ihrer Morphologie und Lebensweise rezenter Vertreter rekonstruiert worden.

Literaturverzeichnis

Barthel, K. W.: Zum Alter der Riffkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **1**, S. 23—24, München 1961.

Barthel, K. W., V. Janicke & G. Schairer: Untersuchungen am Korallen-Riffkomplex von Laisacker bei Neuburg a. D. (unteres Untertithon, Bayern). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1**, S. 4—23, 10 Abb., Stuttgart 1971.

Gümbel, C. W. v.: Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Ingolstadt (No. XV) der geognostischen Karte des Königreiches Bayern. — 34 S., Kassel 1889.

Gümbel, C. W. v.: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstoßenden Fränkischen Keupergebiet. — 763 S., zahlr. Abb. u. Tab., Kassel 1891.

Janicke, V.: Gastropodenfauna und Ökologie der Riffkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Unter-Tithon). — Palaeontographica, Abt. A, **135**, 1—2, S. 60—82, Taf. 11 bis 13, 4 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1970.

Kauffman, E. G.: Form, Function, and Evolution. — in Moore, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, 1, Mollusca 6, Bivalvia, S. 130—203, Abb. 87—99, Boulder, Col. (Geol. Soc. Amer., Univ. Kansas) 1969.

Schäfer, W.: Biozönose und Biofazies im marinen Bereich. — Aufs. Red. senck. naturforsch. Ges., **11**, 37 S., 5 Abb., Frankfurt a. M. 1963.

Schairer, G. & S.-A. Yamani: Geschichtete Kalke im Korallen-Riffkomplex von Laisacker bei Neuburg/Donau (Untertithon, Bayern). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1974**, 7, S. 435—448, 8 Abb., Stuttgart 1974.

Schneid, Th.: Die Geologie der Fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. d. Donau. I. Teil. — Geognost. Jh., **28**, 1914—1915, S. 59—229, Taf. 1—9, München 1915.

Streit, R.: Faziesverhältnisse und Lagerung des Weißen Jura auf Blatt Burgheim Nord. — Erlanger geol. Abh., **51**, 30 S., 10 Abb., 1 Taf., Erlangen 1963.

Wagner, W.: Kieselschwämme und Schwamm-Ökologie im Korallenkalk des oberen Malm von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **3**, S. 1—20, 2 Taf., München 1963.

Wagner, W.: Kalkschwämme aus dem Korallenkalk des oberen Malm von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **4**, ". 23—36, 7 Abb., Taf. 5—7, München 1964.

Wellnhofer, P.: Zur Pelecypodenfauna der Neuburger Bankkalke (Mittel-Tithon). — Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abh., N. F., **119**, 143 S., 69 Abb., 7 Taf., 2 Tab., München 1964.

Yamani, S.-A.: Bivalvenfauna der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Unter-Tithon). — Palaeontographica (im Druck).

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 11—20 | München, 15. 12. 1974

The spotted crake, *Porzana porzana* (L.) (Rallidae, Aves), from a Bavarian Eem interglacial lake deposit

Ein Tüpfelsumpfhuhn, *Porzana porzana* (L.) (Rallidae, Aves), aus Seeablagerungen des Eem-Interglazials in Bayern

By Ella Hoch[1])

With 2 text figures and plate 1

Summary

A well-preserved, incomplete skeleton of *Porzana porzana* (Rallidae, Aves) was recovered from an Eemian marl deposit at Friesing (Samerberg), southern Bavaria, W. Germany. The specimen is described, and a review is given of known localities yielding *Porzana porzana* remains. It appears that the longevity of this species does not surpass that hypothesized for the majority of Quaternary bird species. Thus no *Porzana porzana* remains are known from pre-Quaternary deposits, and those among the Pleistocene specimens which have been referred to in more detail belong to the Würmian stage. Another German *Porzana porzana* find, from the postglacial Meiendorf locality close to Hamburg, is discussed.

Zusammenfassung

Ein gut erhaltenes, unvollständiges Skelett von *Porzana porzana* (Rallidae, Aves) wurde in eemzeitlichen Seetonen bei Friesing (Samerberg), Oberbayern, entdeckt. Das Exemplar wird beschrieben, und es wird ein Überblick über die bekannten Fundorte von *Porzana porzana* gegeben. Offenbar überschreitet diese Art nicht die für die meisten quartären Vogelarten hypothetisch angenommene Lebensdauer. So sind keine Reste von *Porzana porzana* aus präquartären Ablagerungen bekannt, und diejenigen pleistozänen Funde, die mehr im Detail mit dieser Art in Beziehungen gebracht wurden, sind würmeiszeitlich. Ein weiterer deutscher Fund von *Porzana porzana* aus dem Postglazial von Meiendorf bei Hamburg wird diskutiert.

1) Assistant curator E. Hoch, Mineralogical Museum, Section of vertebrate palaeontology, Østervoldgade 5—7, 1350 Copenhagen K, Denmark.

Introduction

The fossil bird described here and referred to the species *Porzana porzana* (family Rallidae) was recovered from a lacustrine marl deposit of the Gernmühler Becken, a small depression of the Samerberg valley in southernmost Bavaria. The formation of the gross morphology of the Samerberg area is attributed to the Quaternary glaciations ; thus the Samerberg valley is described (Pröbstl, 1972, p. 65) as „ein richtiger Daumenabdruck des Inneises", a glacier tongue which coming from the Alps followed the course of the present Inn river. The specimen, which became deposited during the warm interval between the two latest glaciations, is so far the only recorded spotted crake from Bavarian, and also from German Pleistocene deposits.

Leaving aside the famous five *Archaeopteryx* specimens from the Upper Jurassic Solnhofen lithographic limestone, the majority of known Bavarian bird fossils derive from fissure fillings in Jurassic limestone rocks of the Fränkische Alb (particularly of its southern part), these bird fossils being for the larger part of Tertiary age (Dehm, 1961; Ballmann, 1969).

The Eemian *Porzana porzana* belongs, as No. 1973 I 59, to the Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München. The writer here wants to express her gratitude to Dr. Peter Wellnhofer, curator of the collection, for conveying the specimen to her for investigation and description.

Thanks are directed to Bente Soltau Bang (photography), Chr. Rasmussen and J. Olesen (drawings). Valuable discussions and suggestions were offered by S. E. Bendix-Almgreen, U. Møhl und S. Funder.

Table 1. Chemical analysis of matrix (finegrained lake sediment) of the Eemian *Porzana porzana* remains:

Percentage by weight of dry matter:	
Insoluble + SiO_2	24,9
Fe_2O_3	2,4
Al_2O_3	2,1
TiO_2	0,06
P_2O_5	0,20
CaO	32,7
MgO	2,39
MnO	0,041
Na_2O	0,35
K_2O	0,33
CO_2	26,6
Loss on ignition 1000° C ÷ CO_2	7,2

The chemical analysis has been made by senior-geologist H. Kristiansen (Geological Survey of Denmark) on components soluble after 2 hrs' boiling with aqua regia (1/3 HNO_3 2/3 HCl). The sample contains a small excess of CO_2 in proportion to CaO (0.043 eq 100 g) and 58.3 % $CaCO_3$ estimated from the CaO content. The remaining CO_2 quantity might be derived from $MgCO_3$ corresponding to 1.8 % or from $FeCO_3$ corresponding to 2.5 % of the sample.

Locality and stratigraphic derivation

Well-preserved, partly articulated skeletal elements of a small bird were found in grey marl (a chemical analysis of matrix is given in tab. 1) by J. Gregor, W. Jung and A. Selmeier during an excursion on July 1, 1973, in profile AZ (pers. comm., Jung, 1973, letter) at one of the small tributary streams of the river Achenbach, half a km south of Friesing (Samerberg), Landkreis Rosenheim, Bavaria, Western Germany. The clay containing the fossil belongs to a series of lacustrine sediments which judging from their content of pollen are of Eemian age; the deposit appears to cover the complete interval from the end of the Riss glaciation to, or into, the Würm glaciation (G r ü g e r , 1972). Pollen analysis of the clay immediately surrounding the bird specimen (tab. 2) has been carried out by S. F u n d e r and shows a large dominance of conifer pollen while pollen of deciduous and herbaccous species are noticeably less frequent. The high percentage of spruce and fir is suggestive of a deposition of the specimen during the Fichten-(Tannen)-Zeit: zone 10 of the Samerberg area of Beug & Grüger (1972). This corresponds to pollen zone 8 at Grossweil of Helga Reich (1953), another locality of the Alpine foreland. It appears from the pollen diagram that the Gernmühler lake was surrounded by coniferous forest during the zone 10-time of deposition, i. e. the

T a b l e 2. Pollen analysis of matrix close to the *Porzana porzana* remains:

	Number	Percent
Pinus	25	3.0
Picea	588	70.8
Abies	148	17.8
Carpinus	4	0.5
Quercus	3	0.4
Tilia	2	0.2
Ulmus	2	0.2
Acer	2	0.2
Mixed oak forest (QM = EMW)		1.0
Alnus	12	1.4
Betula	17	2.0
Corylus	12	1.4
Ilex	1	0.1
Tree pollen (AP = BP)		97.5
Gramineae	13	1.6
Polypodiae	12	1.4
Pteridium	1	0.1
Non-tree pollen (NAP = NBP)		3.1
TOTAL	838	100.8

time of the bird under investigation. According to REICH (op. cit.) the second part of the Eemian interglacial, from (and including) zone 8, which was characterized by coniferous forests, was a cool temperate period („wesentlich kälter als jetzt", REICH, 1953, p. 426), while DEHM & JUNG (1972, p. 130,) assume no important deterioration of the interglacial climate during the „Tannenzeit", which follows after the interglacial climatic optimum. The great frequency of *Abies* in the pollen zone to which the bird belongs may be explained as due to a rise in humidity. A further reason for the expansion of the conifers may be sought in progressive soil leaching of the area (cf. ANDERSEN, 1969).

Description and taxonomy of the specimen

The fossil material comprises a laterally compressed shoulder girdle, consisting of the sternum (s t , pl. 1, fig. 1) somewhat broken and devoid of the anteriormost part with the articulations for the coracoids and the ribs, the furcula (f u , pl. 1, fig. 1) which is fragmented, the coracoids (l. c o and r. c o , pl. 1, fig. 1) in an incomplete state, and the scapulae (l. s c and r. s c , pl. 1, fig. 1) lacking their proximal parts; a left and a right humerus (l. h u and r. h u , pl. 1, figs. 1 and 2) of which the left one is lacking its distal end and part of the proximal end of the shaft; parts of four ventral rib segments (v e. r, pl. 1, fig. 1); the proximal part of a right dorsal rib segment (r. d o. r, pl. 1, fig. 1); and, finally, two nearly complete heterocoelous vertebrae (v_{13} and v_{14}, pl. 1, fig. 1 and text fig. 2).

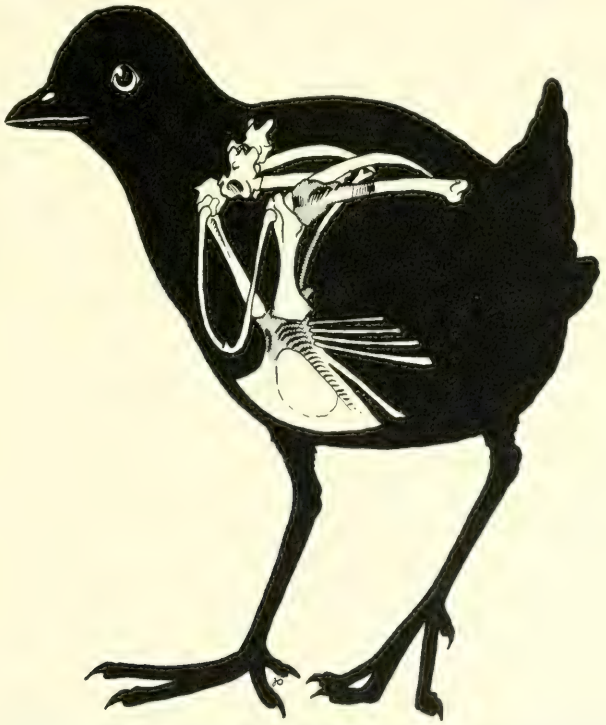
As is obvious from their size range, their mutual location, and the similar state of preservation of the bones all these skeletal elements pertain to a single individual. No other avian remains, it can be added, have so far been found in the rather well investigated deposits. The bones are preserved on a small slab of dried, macroscopically unstratified, grey clay with a discernible bitumen content (see matrix on pl. 1, fig. 1). All of the preserved bones have suffered some fragmentation during compaction of the sediment.

It appears from the interrelationship of the bones on the slab that the elements of the shoulder girdle, the humeri and the distal rib segments were in their original articulation when deposited. Likewise, the morphology and interrelation of the two vertebrae, which are found situated about 3 cm from the ventral side of the shoulder girdle (see pl. 1, fig. 1), indicate an unbroken original interarticulation, though isolation from the other skeletal parts, during embedding. The presence and location of these two bones, as well as those of the single proximal rib segment found on the slab about 1 cm posterior to the scapulae (see pl. 1, fig. 1), may suggest that the bird's carcass was more complete when it settled on the bottom of the lake. Bottom scavengers may have contributed to the spreading and perhaps removal of various parts which had not become lost during the time of flotation of the dead bird on the water surface. This prozess can, incidentally, last for a very long time as has been demonstrated by U. MOHL (pers. comm., 1974) for, among other animals, a dead coot, *Fulica atra*, which floated during more than two months on a fresh water lake before submerging. Certain fragments originally belonging to the fossil specimen, as e. g. the missing parts of the left humerus, have most probably been lost during uncovering of the specimen.

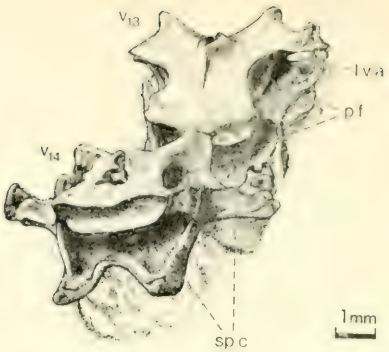
The sternum, although devoid of the anterior part, is sufficiently morphologically distinctive for referring the specimen to the Rallidae: a narrow, posteriorly

pointed sternal plate, laterally flanked by deep emarginations which from behind separate the median xiphoid process from the long and backwards pointing, single lateral xiphoid processes, evidences affinity to the rail family. The mentioned features, in combination with a well developed carina which shows a clear, ovaloid impression of musculus supracoracoideus (i. m. s, pl. 1, fig. 1) taking up about half of the carinal lateral surface, are characteristics of the good flyers among the Rallidae. The specimen even shows in its sternum a number of features that clearly reveal its affiliation to the genus *Porzana*. The most important of these features may briefly be summarized as follows: (1) The concentration anteriorly of the articular facets for the ribs which is evidenced by the slope of the visible part of the left lateral margin of the sternum though no costal borders can actually be seen on the specimen; the effect of these features is that the concave carinal front edge is located comparatively far back relative to the position occupied by the costal borders; (2) The long and narrow V-shaped posterior emarginations of the sternal plate; (3) The carina being comparatively higher than that of other rails (excluding here for obvious reasons the more exotic members of the 130—150 known species of Recent and fossil rails).

Having now on the basis of the sternum referred the present specimen to the genus *Porzana* it remains to be stated that judging from its size in combination with the above mentioned skeletal characteristics only one species among known



Text fig. 1: Outline of spotted crake, *Porzana porzana,* with the preserved skeletal parts sketched in. Total length of the bird, from point of the beak to termination of the tail-feathers (when the bird lies flat on its back), is 23 cm.



Text fig. 2: Cervical vertebrae nos. thirteen (v_{13}) and fourteen (v_{14}) of *Porzana porzana* from the Eemian marl deposit of Friesing (Samerberg), Bavaria. The vertebrae, which are exposed upside down, are seen from behind. l. v. a left vertebral artery canal; p. f pneumatic foramen; sp. c spinal canal.

Recent and fossil rails can be considered the one to which the fossil discussed here belongs, namely *Porzana porzana* (L.), the spotted crake (text fig. 1).

Of the remaining skeletal elements shown by the specimen none has features that suggest another specific affinity than that demonstrated by the sternum. They all fit into the morphological pattern typical of rails and also of *Porzana porzana* and need no futher taxonomic consideration.

The two vertebrae (v_{13} and v_{14}, text fig. 2, and pl. 1, fig. 1) which are situated at some distance from the bones of the shoulder girdle on the clay slab, correspond to the two hindmost cervical vertebrae of the living *Porzana porzana,* these being numbers 13 and 14 of the vertebral column. They have their ventral surface exposed. Both are somewhat compressed and fragmented causing a breakage of the lateral walls and partial collapse of the spinal canal (s p. c, text fig. 2). Also the hypapophyses are lacking in the present specimen. In v_{13} the left canal for the vertebral artery (l. v. a) is intact, while no lateral wall (which is formed by the fused rib element) of the right vertebral artery canal has been preserved. Vertebra no. 14 in *Porzana porzana* is characterized by having free cervial ribs, a feature of the posterior cervical vertebra(e) not uncommon in birds. The right and left regions of rib-articulation of v_{14} have been somewhat injured but show clear similarity to the same regions in living spotted crakes. Both fossil vertebrae were pneumatized as are the corresponding ones in the Recent form; this is indicated by the conspicuous foramina clearly seen on the lateral walls of the vertebral bodies on the specimen (p. f, text fig. 2).

Discussion

The morphology of the fossil specimen under discussion, and the fact that the age of the fossil does not surpass 150.000 years (the approximate time span elapsed since the end of the Riss glaciation [Cooke, 1973]) renders it probable that this Eemian bird can be included in the extant species *Porzana porzana.* With this age consideration in mind, it may be of interest to investigate how far back in time it is actually possible to trace the spotted crake species.

Ornithologists usually agree that living rails, although having a great variety of habitats and a world-wide distribution, show comparatively little variation in their skeletal morphology. The rail-type, when taken in a broad sense as an average of the morphology of undisputed rails, seems to be of very great antiquity. This is indicated by tibiotarsi of birds referable to the Rallidae from North American deposits of Wasatchian age (Cracraft, 1973), and by a Lower Eocene bird cranium from North Sea deposits which is unmistakeably ralliform in all traceable details (Hoch, 1974). Rail fossils are relatively numerous in younger Cainozoic strata (: above Lower Eocene), and it can be reasonably assumed that the Rallidae originated during Cretaceous times (the Upper Cretaceous *Telmatornis* spp. are referred to the Rallidae, Brodkorb, 1967). The relative abundance of fossil and subfossil rail remains may be explained by : the preference of many rail species for habitats of high fossilization-potential; a great species-diversity and number of individuals; and a cosmopolitan nature of the group since early bird history. Thus the Rallidae might appear one of the better suited avian groups for judging longevity of birds species.

Various authors have investigated the problem of bird species longevity. Recently Harrison (1973), reviewing part of the relevant literature, quoted Brodkorb (1971) who suggests a mean longevity of the order of half a million years for Pleistocene bird species, and about three million years for bird species of the climatologically more stable Tertiary period. Brodkorb is probably right in suggesting a **difference** in mean species longevity between Pleistocene species on one hand and those of the pre-Pleistocene periods on the other. But the time-duration involved still seems open to discussion. It appears true, however, that most (Brodkorb [1971] proposes: all) Recent bird species have resulted from Quaternary speciation.

Consulting published information it is evident that, as far as concerns rail speciation, the material at hand, although plentiful, is still insufficient for reliable statements concerning the approximate longevity of any known species. In the case of *Porzana porzana* Brodkorb's Catalogue of Fossil Birds (1967) registers 14 localities, all of Pleistocene age. Each locality has yielded one or a few skeletal parts of the species. It should, however, be emphasized that the bird remains from 12 of these localities were taxonomically described before 1933 (the year of publication of Lambrecht's Palaeornithologie), and although the specific determinations may be adequate (see also Moreau's appropriate reservations [1954, p. 420]), the correct stratigraphical locations of the various remains within the Pleistocene were poorly studied at that time.

In those days palaeontologists apparently attached little importance to the stratigraphical subdivision of Pleistocene deposits, which resulted in the mere age-statement of „Pleistocene" for the above mentioned fossil birds. The reason may be sought for in the fact that apparently all of the early found *Porzana porzana* fossils were derived from caves, where the deposits have often been more or less disarranged by the later actions of man, animals or water. On the other hand, the disarrangement of the chronological succession may not have occurred until the moment of the so-called scientific excavation of the caves, at that time a fairly picturesque undertaking.

As regards the registered *Porzana porzana* remains, only the two newcomers in Brodkorb's list of *Porzana porzana* finds: humerus sinistra, Istállóskö in Hun-

gary (JÁNOSSY, 1954), and humerus and tarsometatarsus, Kebara Cave in Palestine (TCHERNOV, 1962) are referred to stages of the Pleistocene, namely to the Würm I—II interstadial and the Würm stage respectively.

For the time being, therefore, we may conclude that *Porzana porzana* is restricted to post-Pliocene deposits. The species is presumably not older than Lower, or perhaps Middle, Pleistocene.

Judging from the distribution of Pleistocene localities yielding *Porzana porzana,* in Monaco, Italy, Switzerland, Czechoslovakia, Poland, Hungary, Palestine (BRODKORB, 1967) and Bavaria (the specimen described here), the Pleistocene geographical range of the species may not have exceeded the present one. At present the breeding range is the Western Palaearctic covering most of Europe (excluding Portugal, south Italy and the south Balkans) and western Asia to about 60° N. and as far east as the Yenisei (for details see VAURIE, 1965). The Quaternary of Europe is regarded as a period of extreme climatic and biological fluctuations, and it could be suspected that the breeding range of spotted crakes oscillated northwards and southwards during that period following certain temperature regimes. The biology of living spotted crakes shows, however, that temperature itself is of less importance for the distribution of the species than is a particular vegetation type which may occur in various climatic realms: „shallow swamps, bogs and very wet meadows, especially where overgrown with sedges *(Carex),* and swampy edges of ponds, lakes, and rivers with similar vegetation" (VAURIE, 1965, p. 347). Using the words of MEINERTZHAGEN (1954, p. 560) the bird behaves here as „an inveterate skulker, seldom seen in the open . . . a silent bird except in the breeding season". MOREAU's (1954, pp. 428—429) statement that „for most land-birds the post-Pliocene history has been a series of compressions and expansions (the present writer's accentuation) of range on an enormous scale" seems to illustrate the distribution of spotted crakes during the glaciations and interglaciations. MOREAU (1954, p. 417 below, f) even gives a description of an environment which in west and central Europe during a glaciation period could fulfil the ecological requirements of spotted crakes. Caves were here very important habitats and this may explain the presence of scattered *Porzana porzana* remains among the bone fragments on (and in) the cave floors.

In addition to the *Porzana porzana* specimen described in the present paper one other find of this rail species has been reported from Western Germany, namely a left femur from the large collection of bones recovered from lake sediments of late glacial (pre-Allerød) age at the locality of Meiendorf, northeast of Hamburg (KRAUSE, 1937; KRAUSE & KOLLAU, 1943). Apparently the bones from this locality represent household refuse dumped into the lake by nomadic reindeer hunters who had their summer settlement somewhere at the lake shore close to the excavation locality. This *Porzana porzana* specimen deserves some comments.

LOPPENTHIN (1967) expressed doubt on the presence of spotted crakes in the fauna of a typical tundra environment such as that apparently prevailing at the time of the Meiendorf settlement. He was considering that problem in relation to a study of Danish Pleistocene and Holocene bird material among which no remains of the spotted crake have appeared so far. Loppenthin had other reasons to doubt this find. Allegedly the femur was compared by Dr. Krause (KOLLAU in KRAUSE & KOLLAU, 1943, p. 53) to Recent material of the spotted crake kept in the collection of the Zoological Museum in Copenhagen. But enquiries among relevant

persons in that museum revealed that none of the staff remembers Dr. Krause's visit or his case. Enquiries at the Gottorp Castle where the collection from Meiendorf is stored, stateably in toto, also gave no positive evidence, but revealed the astonishing fact that the specimen could not be refound. Impressed by this negative evidence, Løppenthin concluded that *Porzana porzana* could hardly be a member of the Meiendorf fauna, and its presence, if true, in the Meiendorf collection might well have been due to mixing of that material with subfossil bones from younger strata.

Disregarding these uncertainties, it is a fact that *Porzana porzana* is a highly migratory species crossing even the Sahara to and from its winter quarters located in, among other places, trans-Saharan Africa (Heim de Balsac & Mayaud, 1962; Moreau, 1967). It is also reported as far north as Greenland (Ulfstrand, 1961, p. 278). In the writer's opinion, therefore, there are no good reasons to assume that *Porzana porzana* could not have lived around the Meiendorf Moor in late glacial summers, although perhaps not in a breeding population. However, possibility of the presence of stray specimens should not be discounted.

References

Andersen, S. Th., 1969: Interglacial vegetation and soil development. — Meddr. dansk geol. Foren. (Bull. geol. Soc. Denmark), **19**, pp. 90—102, 4 figs., 1 tab., København.

Ballmann, P., 1969: Die Vögel aus der altburdigalen Spaltenfüllung von Wintershof (West) bei Eichstätt in Bayern. — Zitteliana, **1**, pp. 5—60, 14 figs., 2 pls., München.

Beug, H.-J. & Grüger, E., 1972: Vegetationsentwicklung während der Riß-Späteiszeit, der Riß/Würm-Warmzeit und dem Frühwürm im südlichen und südöstlichen Bayern (Pollenanalytische Untersuchungen an den pleistozänen Ablagerungen von Zeifen, Eurach und Samerberg). — Vortrag auf der 16. Tagung der Deutsch. Quartärvereinigung, 23. 9.—30. 9. 1972, Stuttgart-Hohenheim. (Anm. der Red.: Autorenreferat dieses Vortrages in „Eiszeitalter und Gegenwart", **23/24**, S. 398, Öhringen 1973).

Brodkorb, P., 1967: Catalogue of fossil birds, Part 3 (Ralliformes, Ichthyornithiformes, Charadriiformes). — Bull. Florida State Mus., **11**, no. 3, pp. 99—220, University of Florida — Gainesville.

Brodkorb, P., 1971: Origin and evolution of birds. — in: eds. Farner, D. S. & King, J. R.: Avian Biology I. pp. 20—55, 2 figs., 6 tab., Academic Press, New York and London.

Cooke, H. B. S., 1973: Pleistocene Chronology: Long or Short? — Quaternary Research, **3**, pp. 206—220, 3 tab., New York.

Cracraft, J., 1973: Systematics and evolution of the Gruiformes (class Aves) — 3. Phylogeny of the suborder Grues. — Bull. Am. Mus. nat. Hist., **151**: art. 1, pp. 5—127, 51 figs., 49 tabs., New York.

Dehm, R., 1961: Spaltenfüllungen als Lagerstätten fossiler Landwirbeltiere. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **1**, pp. 57—72, 1 fig., München.

Dehm, R. & Jung, W., 1962: Zusammenfassung in Jung, W., Beug, H.-J. & Dehm, R.: Das Riss/Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., N. F., **151**, 131 pp., 15 figs., 7 pls., München.

Grüger, E., 1972: Pollenanalytische Untersuchungen. — in: Führer zu den Exkursionen der 16. Tagung der Deutsch. Quartärvereinigung, 23. 9.—30. 9. 1972, Stuttgart-Hohenheim, pp. 68—69. Unpubl.

Harrison, C. J. O., 1973: The zoogeographical dispersal of the genus *Chrysococcyx*. — Emu, **73**, pp. 129—133, Melbourne.

Heim de Balsac, H. & Mayaud, N., 1962: Les oiseaux du Nord-ouest de l'Afrique. — Encyclopédie Ornithologique, **X**, 486 pp., 59 figs., Éditions P. Lechevalier, Paris.

Hoch, E., 1974: Amniote remnants from the eastern part of the Lower Eocene North Sea basin. — Colloques int. Cent. natn. Rech. scient., (in press), Evolution des Vertébrés. 4 figs., 8 pls., Paris.

Jánossy, D., 1954: Az Istállósköi barlang fosszilis madárfaunája — Fossile Ornis aus der Höhle von Istállóskö. — Aquila, **55—58**, pp. 205—223, 7 figs., Mezögazdasági Kiadó, Budapest.

Krause, W., 1937: Die eiszeitlichen Knochenfunde von Meiendorf. — in: Rust, A.: Das altsteinzeitliche Rentierjägerlager Meiendorf. pp. 46—61, 6 tab., Neumünster.

Krause, W. & Kollau, W., 1943: Die steinzeitlichen Wirbeltierfaunen von Stellmoor in Holstein. — in: Rust, A.: Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor. pp. 49—59, Neumünster.

Lambrecht, K., 1933: Handbuch der Palaeornithologie. — 1024 pp., 209 figs., 4 pls., Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Loppenthin, B., 1967: Danske ynglefugle i fortid og nutid. Historiske og faunistiske undersøgelser over fuglenes indvandring, forekomst og livsvilkår i Danmark. With a summary in English: Danish Breeding Birds: Past and Present. Historical and Faunal Investigation of the Immigration and Occurrence of Birds and their Conditions in Denmark. — 609 pp., 1 map, Odense Universitetsforlag.

Meinertzhagen, R., 1954: Birds of Arabia. — 624 pp., 53 figs., 35 text maps, 28 pls., Oliver & Boyd, Edinburgh, London.

Moreau, R. E., 1954: The main vicissitudes of the European avifauna since the Pliocene. — Ibis, **96**, pp. 411—431, 2 figs., 2 tabs., London.

Moreau, R. E., 1967: Water-birds over the Sahara. — Ibis, **109**, pp. 232—259, 1 fig., 1 tab., London.

Pröbstl, M., 1972: Interglazialgebiet Samerberg b. Nußdorf/Inn. — in: Führer zu den Exkursionen der 16. Tagung der Deutsch. Quartärvereinigung, 23. 9.—30. 9. 1972, Stuttgart-Hohenheim, pp. 63—67. Unpubl.

Reich, H., 1953: Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl im Bayerischen Alpenvorland. — Flora, Jena, **140**, pp. 386—443, 8 figs., 1 pl., Jena.

Tchernov, E., 1962: Paleolithic Avifauna in Palestine. — Bull. Res. Counc. of Israel, **11B3**, pp. 95—131, 31 figs.: drawings, 16 figs.: photos, Jerusalem.

Ulfstrand, S., 1961: Rovfåglar, hönsfåglar, tran- och rallfåglar, rovtranor, vadarfåglar. — 571 pp., 284 figs. — in: ed. Hanström, B.: Djurens värld, **9**, Fåglar 2, Förlagshuset Norden AB, Malmö.

Vaurie, Ch., 1965: The Birds of the Palearctic Fauna. — Non-Passeriformes. — 763 pp., H. F. & G. Witherby Ltd., London.

Plate Explanation

Plate 1

Fig. 1. *Porzana porzana* (L.), Eemian marl deposit of Friesing (Samerberg), Bavaria. Nr. 1973 I 59, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München. fu furcula; l.co left coracoid: l.hu left humerus; l.sc left scapula; r.co right coracoid; r.do.r right dorsal rib segment; r.hu right humerus; r.sc right scapula; st sternum; v_{13} cervical vertebra no. 13; v_{14} cervical vertebra no. 14; ve.r ventral rib segment.

Fig. 2. Right humerus (r.hu) of the same specimen as in fig. 1. Length of fossil, from extreme proximal point of caput articulare (cf. Lambrecht, 1933) to extreme distal point of trochlea ulnaris (cf. Lambrecht, 1933), is 35.1 mm.

Preparation of the specimen by E. Schmieja, Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 21—35 | München, 15. 12. 1974

Neue Elasmotherini (Rhinocerotidae, Mammalia) aus dem Obermiozän Anatoliens

Von Kurt Heissig[1])

Mit Tafel 2

Zusammenfassung

Zur Eingliederung zweier neuer Nashorn-Arten aus dem Obermiozän Anatoliens wird zunächst ein Überblick über die bisher bekannten obermiozänen Elasmotherini gegeben. In diesem Rahmen wird auf *„Dicerorhinus caucasicus* Borissiak, 1935" die neue Gattung *Beliajevina* begründet; dieser Gattung wird die neue Art *B. tekkayai* von der Fundstelle Bursa-Mustafakemalpaşa-Paşalar zugerechnet. Die zweite Art, von der Material der Fundstellen Ankara-Kaleçik-Çandir (Holotypus) und Kütahya-Sabunçu-Sofça beschrieben wird, wird der aus Spanien bekannten Gattung *Hispanotherium* als *H. grimmi* n. sp. zugerechnet. Die Zahl der aus dem Obermiozän bekannten Elasmotherini erhöht sich damit auf 5 Gattungen und 7 Arten, die eine mittelmiozäne Radiation belegen.

Abstract

Before classifying two new species of Rhinoceroses from the Upper Miocene of Anatolia a short survey of the known Upper Miocene Elasmotherini is given, in which the new genus *Beliajevina* is erected on *„Dicerorhinus caucasicus* Borissiak, 1935". In this genus is placed the new species *Bel. tekkayai* from the locality Bursa-Mustafakemalpaşa-Paşalar. From the localities Ankara-Kaleçik-Çandir (Type) and Kütahya-Sabunçu-Sofça is described another species which is placed in the genus *Hispanotherium,* known from Spain, as *H. grimmi* n. sp.. So the number of Upper Miocene Elasmotherini increases to 5 genera and 7 species, apparently resulting from a Middle Miocene radiation.

Résumé

Avant le rangement de deux nouveaux espèces des Rhinocerotidae du Miocène supérieur de l'Anatolie un résumée court des Elasmotherini du Miocène supérieur est donné, dans lequel le genre nouveau *Beliajevina* est fondé sur

[1]) Dr. Kurt Heissig, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

l'espèce „*Diceratherium caucasicum* Borissiak, 1935". La première des espèces, provenant de la localité Bursa-Mustafakemalpaşa-Paşalar, est rangée dans ce genre et nommée *Bel. tekkayai* n. sp. La deuxième, provenant des localités Ankara-Kaleçik-Çandir (Type) et Kütahya-Sabançu-Sofça, est rangée dans le genre *Hispanotherium*, connu de l'Espagne, et nommée *H. grimmi* n. sp. Ainsi le nombre des Elasmotherini du Miocène supérieur est augmenté à 5 genres et 7 espèces, témoins d'une radiation dans le Miocène moyen.

1. Einleitung

Die Erforschung der Elasmotherini, eines hoch spezialisierten Seitenzweiges der Nashörner, beginnt mit der Beschreibung des ersten bekannten *Elasmotherium*-Schädels durch Fischer v. Waldheim, 1808. Über die tertiäre Vorgeschichte der altpleistozänen Endform *Elasmotherium sibericum* Fischer wurde erst mehr als ein Jahrhundert später einiges bekannt. Die Annahme einer Ableitung von *Aceratherium* durch Osborn (1899, S. 161) konnte nicht bestätigt werden. Erst 1923 hat Ringström mit *Sinotherium lagrelii* eine Art aus dem Unterpliozän bekanntgemacht. 1924 (S. 147) stellt er auch „*Rhinoceros morgani* Mecquenem, 1908" als Typusart der neuen Gattung *Iranotherium* in diese Gruppe. Die grundsätzliche Verschiedenheit von *Iranotherium* und *Sinotherium* im Schädelbau ließ bereits damals eine längere Vorgeschichte vermuten.

Die erste obermiozäne Form wurde 1943 von Kretzoi in „*Baluchitherium mongoliense* Osborn, 1924" erkannt. Seine Einbeziehung von „*Teleoceras fatehjangense* Pilgrim, 1910" als neue Gattung „*Indotherium*" in die Elasmotherini ist dagegen nach Heissig, 1972 (S. 71 ff.) nicht möglich, da die Art eine mächtige, spezialisierte Unterkiefersymphyse und vergrößerte Incisiven hat. Wenig später wurde auch „*Rhinoceros matritensis* Prado, 1863" von Crusafont & Villalta, 1947, als Elasmotherine erkannt und zur Typusart der neuen Gattung *Hispanotherium* gemacht.

Weitere Funde wurden erst durch Beliajeva, 1971 (*Begertherium borissiaki*, S. 80, Gen. ?, S. 82, *Sinotherium* sp., S. 89) und Heissig, 1972 (*Caementodon oettingenae*, S. 50) bekanntgemacht. Heissig, 1972 stellt auch zwei weitere Arten zu den Elasmotherini: *Diceratherium caucasicum* Borissiak, 1935 und die kleinen oberen Molaren und Milchmolaren aus den Bugti-Beds, die Forster-Cooper, 1934 (Taf. 65, Fig. 26, 28—30) als „*Ceratotherium tagicus*" abbildet, zieht jedoch keine nomenklatorischen Konsequenzen. Dies soll, neben der Beschreibung der neuen Funde, in der vorliegenden Arbeit nachgeholt werden.

Die neuen Funde stammen aus den Lokalitäten, die durch die Grabungskampagnen von Sickenberg und Tobien in den Jahren 1968, 1969 und 1970 ausgebeutet wurden. Für nähere Angaben zu den Fundstellen sei auf den im Druck befindlichen Sammelband (Jahrb. geol. Bundesanst., 1975) verwiesen.

Soweit nicht anders vermerkt befinden sich alle Stücke in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München. Die Nummern beziehen sich auf deren Inventar.

Mein Dank gilt allen, die zum Zustandekommen dieser Untersuchung beigetragen haben. Es sind dies in erster Linie: Prof. Dr. R. Dehm, München, Prof. Dr. O. Sickenberg, Hannover, Prof. Dr. H. Tobien, Mainz, Dr. J. D. Becker-Platen, Bremen, Dr. I. Tekkaya, Ankara, Prof. Dr. M. Crusafont-Pairó, Sabadell, J. V. Santafé-Llopis, Sabadell, F. Grimm, Hannover.

2. Systematik

Familie: Rhinocerotidae Gray, 1821
Unterfamilie: Rhinocerotinae Gray, 1821
Tribus: Elasmotherini Gill, 1872

Vorbemerkungen: Von den beiden, von Heissig, 1972 (S. 57) zu den Elasmotherini verwiesenen Formen, sind von der kleinen Form aus den Bugti-Beds, der bisher ältesten des Tribus, nur so dürftige Gebißreste bekannt, daß sie keine brauchbare Basis zur artlichen Benennung bieten. Die Form wird daher, wegen ihrer Ähnlichkeit mit *Caementodon oettingenae* Heissig, 1972, als *Caementodon* sp. bezeichnet.

Von „*Dicerorhinus caucasicus* Borissiak, 1935" ist jedoch ein sehr vollständiges Material beschrieben worden, das außer Gebißresten auch Schädelfragmente, den Unterkiefer und zahlreiche Extremitätenreste umfaßt. Diese Art vereinigt primitive mit hoch spezialisierten Merkmalen. Das Horn ist, wie bei *Elasmotherium* weit zurück verlagert, doch sind noch untere Incisiven persistent, wie bei *Caementodon*. Diese einmalige Merkmalskombination verbietet die Vereinigung mit einer der bisher bekannten Gattungen der Elasmotherini. Sie ist damit als Typusart einer neuen Gattung zu betrachten:

2.1 Gattung: *Beliajevina* n. gen.

Diagnose: Elasmotherini mit weit zurückverlagertem, kuppelförmigem Hornstuhl. Untere Incisiven persistent. Molaren subhypsodont; obere Prämolaren ohne Mesostylrippe, mit kräftigen Rippen der Außenwand. Untere Molaren mit kegelförmig markiertem Hypoconid. Extremitäten schlank und hoch.

Typusart: *Dicerorhinus caucasicus* Borissiak, 1935

Derivatio nominis: Zu Ehren von Fräulein Dr. E. I. Beliajeva, Akademie der Wissenschaften, Moskau, Bearbeiterin asiatischer fossiler Rhinocerotiden.

Beliajevina tekkayai n. gen. n. sp.
(Taf. 2, Fig. 1—6)

Diagnose: Primitivere Art der Gattung *Beliajevina* mit schwacher Zement-Entwicklung in den Zahngruben. Obere Prämolaren mit seichter, reduzierter Postfossette und niedrigen Cingula der Vorder- und Rückseite; Paraconus der Molaren und Prämolaren relativ stark eingesenkt; Molaren mit breitem, in sich gegliedertem Mesostyl und schwacher, weit hinten liegender Metaconusrippe. Untere Molaren mit tiefer Außenfurche, mittellangem Paralophid und geringer Furchenbildung an den Höckern.

Holotypus: P^4 re, Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol, München, Nr. 1968 VI 593

Derivatio nominis: Zu Ehren von Dr. I. Tekkaya, Säugetierpaläontologe am Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Ankara

Stratum typicum: Obermiozän

Locus typicus: Bursa-Mustafakemalpaşa-Paşalar, Anatolien

2.1.1 Beschreibung des Holotypus, Taf. 2, Fig. 1—4

Länge: 30 Breite: 45 Höhe: 58 mm

Der frische obere Prämolar ist subhypsodont, zeigt aber nur im Medisinus, wenig unter der Kammhöhe der Joche, einen Ansatz zur Zementbildung. Die Außenwand ist kurz, nahezu prismatisch und greift, relativ zur übrigen Schmelzbasis, weit auf der Außenseite herunter. Para- und Metaconus bilden breite aber kräftige Rippen, die basal nur durch eine kräftige Kerbe getrennt sind. Weiter apikal verbreitert sich diese Rinne und verflacht sich, ohne daß eine Mesostylrippe auftritt. Das Parastyl ist kurz und läuft parallel zum Paraconus, endet aber bereits als schwache Kante am Zusammenschluß von Ecto- und Protoloph. Die Parastylfurche ist seicht aber scharf, das Parastyl stark nach außen gekippt, so daß der Paraconus etwas einsinkt. Ein Metastyl ist nur in der apikalen Hälfte der Krone entwickelt. In diesem Bereich ist es blattartig nach hinten ausgewölbt. In der basalen Hälfte ist nur eine Kante des Cingulums vorhanden.

Die Querjoche fließen lingual in voller Höhe zusammen. Der Protoloph ist stark und an der Vereinigung mit dem Ectoloph nicht abgesenkt, wenn auch niedriger als der Metaloph. Der Protoconus dominiert über den Hypoconus, der als unbedeutende Spitze nach hinten ragt. Der zarte Metaloph bildet eine gewundene Linie: Ein knapp vor dem Metaconus gerade nach lingual strebender Sporn trifft rechtwinklig auf einen Grat, der gerade vom Crochet nach hinten zum Metaconulus zieht. Dieser ist schleifenförmig, so daß der Grat wieder nach vorn zum Hypoconus zurückbiegt. Eine Crista und ein Antecrochet sind nicht entwickelt. Die Basis des Medisinus ist nierenförmig um die Basis des Crochets herumgelegt.

Die Postfossette fehlt weitgehend. Sie zerfällt in eine tiefere labiale und eine seichtere linguale Grube zu beiden Seiten des nach hinten vorgewölbten Metaconulus. Beide sind nicht weit unter das Niveau des Cingulums abgesenkt. Der Protoconus wird vorn und hinten durch je eine scharfe, seichte Kerbe begrenzt. Der Lingualabschnitt des Medisinus ist nur durch eine flache Rinne angedeutet.

Das Cingulum ist wenig über der Basis der Außenwand als mehrfach unterbrochene Reihe von Zapfen und Kanten verfolgbar. Vorn und hinten verläuft es nur in geringer Höhe über der Basis, ein für eine hochkronige Form bemerkenswertes Verhalten. Das Innencingulum schließt sich nach einer kurzen Unterbrechung an das weit ausladende hintere Cingulum an und bildet eine steil nach vorn abfallende kräftige Kante, die bis zur hinteren Protoconusfurche reicht.

2.1.2 Oberes Molarenfragment, 1968 VI 602, L: 38 mm

Der auf Taf. 2, Fig. 6 abgebildete M^1 ist bereits kräftig abgekaut. Vorder- und Hinterkante der Außenwand divergieren stark, so daß der Zahn bis zur Kaufläche immer länger wird. Das Parastyl ist stark vom Paraconus abgespreizt. Es ist stark nach außen gekippt, so daß der starke, markante Paraconus es kaum überragt. Dieser ist basal und apikal etwas verbreitert. Die Parastylfurche ist kräftig und kann zugeschärft sein. Hinter dem Paraconus folgt eine kräftige Rinne.

Das Mesostyl ist breit und schwach vorgewölbt. In der basalen Hälfte der Höhe ist sein vorderes Drittel durch eine schwache Rinne abgegliedert. In der apikalen Hälfte wird es nach hinten durch eine schwache Rinne von dem schmalen, flachen Me-

taconus abgegliedert, der weit hinten liegt. Das Metastyl ist dick und weit abgespreizt.

Das Außencingulum ist stark und zieht als ununterbrochener Wulst nach vorn, wo es verschwommen in die Basis des Paraconus übergeht. Zement findet sich nur in Spuren in der Parastylfurche und hinter dem Außencingulum.

2.1.3 Beziehungen und Vergleiche

Weder Schädel- noch Extremitätenreste sind erhalten, die einen Aufschluß über die großsystematische Stellung der Art geben könnten. Auch die in dieser Hinsicht wichtigen Incisiven sind nicht bekannt.

Maßgebend für die Einstufung in den Tribus Elasmotherini ist die Form der oberen Prämolaren, die in der Kombination primitiver und moderner Merkmale sehr charakteristisch ist. Insbesondere die starke Streckung der Postfossette, die bei der vorliegenden Form sogar zur Teilung führt, findet sich bei keiner anderen Gruppe der Rhinocerotidae.

Innerhalb dieser spezialisierten Gruppe sind es vor allem die primitiveren Formen, mit denen die Art die größte Ähnlichkeit aufweist. Pliozäne Formen unterscheiden sich vor allem durch ihr auffälliges Größenwachstum, durch höhere Zahnkronen und durch starke Zementbildung.

An miozänen Formen sind bisher bekannt:

Caementodon sp., aus dem Burdigal der Bugti-Beds (Heissig, 1972)
Caementodon oettingenae Heissig, 1972 aus den Siwaliks,
Beliajevina caucasica (Borissiak, 1935) aus den Tschokrak-Schichten
Hispanotherium matritense (Prado, 1863) aus Spanien
Hispanotherium grimmi n. sp. S. 27 aus Anatolien
Begertherium borissiaki Beliajeva, 1971, von Beger-Nur, Mongolei
Iranotherium mongoliense (Osborn, 1924) aus der Loh-Formation der Mongolei.

Da die verschiedenen Gattungen im wesentlichen nach der Lage des Hornstuhles definiert sind, ist es schwer Gebißmaterial einzuordnen, das keinen Schädelresten zugeordnet ist. Die wichtigsten Unterschiede gegenüber diesen Formen sind:

Caementodon sp. (Forster-Cooper, 1934, Taf. 65, Fig. 26, 28—30) ist eine Zwergform mit niederkronigen Backenzähnen, die mit der vorliegenden Art vor allem in primitiven Merkmalen übereinstimmt: Die Molaren haben eine weit hinten liegende Metaconusrippe, Zementbildung fehlt.

Caementodon oettingenae Heissig, 1972 zeigt mit der vorliegenden Art einige Spezialisationskreuzungen, die keine Ableitung einer der Arten aus der anderen erlauben: Die oberen Prämolaren haben eine prinzipiell sehr ähnlich gegliederte, bei *oettingenae* jedoch stärker verflachte Außenwand. Zementbildung und Höhe des vorderen und hinteren Cingulums über der Basis sind bei *oettingenae* höher entwickelt als bei der vorliegenden Form. Auch die Innenhöcker sind bei der südasiatischen Art bereits selbständiger. Der wichtigste Unterschied ist jedoch die Entwicklung der Postfossette. Diese ist bei *oettingenae* nicht in der typischen Art der Elasmotherini labiolingual gestreckt, sondern entspricht der Form der Rhinocerotini. Die oberen Molaren haben ebenfalls eine ähnlich gegliederte Außenwand, doch fehlt bei *oettingenae* die Einsenkung des Paraconus, der zudem bei der vorliegenden Art schmaler und besser begrenzt ist.

Beliajevina caucasica hat obere Prämolaren mit genau derselben Gliederung der Außenwand. Auch die Kronenhöhe stimmt etwa überein. Dagegen ist *caucasica* in der Entwicklung von Zahnzement, im Höhenwachstum des vorderen und hinteren Cingulums und in der Schnürung des Protoconus weiter fortgeschritten. Besonders stark ist der Unterschied der Postfossette, die bei der vorliegenden Art reduziert und seicht, bei *caucasica* tief, weit und mit Zement gefüllt ist. Die Molaren von *caucasica* zeigen eine stärker wellige Gliederung der Außenwand, bei der der Metaconus weiter vorn liegt, das Mesostyl schmaler und markanter ist als bei dem vorliegenden Stück. Der Paraconus ist breiter und mehr wellenförmig.

Hispanotherium matritense, eine Art, die schon sehr früh, im tiefsten Vindobon der iberischen Halbinsel, auftritt, hat nur mäßig hochkronige Backenzähne, aber viel Zement in deren Gruben. Die Außenwand der oberen P ist länger als bei der vorliegenden Art, hat einen stärker vortretenden Paraconus und, vor allem, oft ein deutliches Mesostyl. Ein Außencingulum fehlt. Lingual sind die Innenhöcker stärker getrennt, die Postfossette ist, wie bei *Caementodon oettingenae* weit nach labial gerückt, wenn auch etwas nach lingual gedehnt. Sie greift, wie bei der vorliegenden Art, nicht sehr tief unter das Niveau des schwach angehobenen hinteren Cingulums. Der Hypoconus ist wesentlich plumper.

Die Rippen der Außenwand sind bei den Molaren breit und dick. Der Paraconus ragt stark vor, die Metaconusrippe liegt weit hinten. Das Mesostyl kann verschmälert sein; zwischen ihm und dem Paraconus kann eine scharfe Rinne auftreten.

Hispanotherium grimmi, die anatolische Art der Gattung, steht der vorliegenden Form nicht näher als die spanische. Zwar zeigen die oberen Prämolaren kein oder fast kein Mesostyl, doch ist die Kronenhöhe und die Zementbildung wesentlich stärker, das Cingulum der Vorder- und Rückseite erhebt sich höher über die Basis. Die Postfossette ist tief, stärker nach lingual gerückt, und nicht zweigeteilt. Das Innencingulum fehlt. In der Molarisierung der Prämolaren ist *grimmi* überhaupt die ursprünglichste Form der Elasmotherini, *Beliajevina caucasica* ausgenommen. Der Hypoconus steht weit nach hinten über das Metaloph über, das zum Protoconus zieht.

Die oberen Molaren sind in der Gliederung der Außenwand *H. matritense* ähnlich, zeigen aber auch Anklänge an *B. caucasica.* Wie bei der letzten Art ist das Mesostyl stark, aber relativ schmal. Wie bei beiden Arten ist der Metaconus etwas nach vorn gerückt, breit und kräftig als Welle entwickelt, während er bei der vorliegenden Art schmal ist und weit hinten liegt.

Von *Begertherium borissiaki* ist ein Teil der Oberkiefer-Bezahnung und ein nicht ganz adulter Unterkiefer bekannt. Auch bei dieser Art zeigen die oberen Prämolaren kein Mesostyl. Die Rippen der Außenwand entsprechen im übrigen der vorliegenden Art. Lingual fällt einerseits ein vollständigerer Hypoconus auf, der, wie bei *H. grimmi,* weit nach hinten übersteht. Anderseits ist die Postfossette schwach entwickelt, jedoch etwas stärker als bei der vorliegenden Art. Die Zementbildung scheint schwach zu sein, die Cingula liegen höher über der Basis, aber nicht so hoch wie bei H. *grimmi.* Ein Innencingulum fehlt. Die Gliederung der Außenwand des einzigen oberen Molaren ist nicht klar erkennbar; sie scheint aber der bei *Hispanotherium* ähnlicher zu sein, insbesondere in der starken Abplattung des Paraconus.

Iranotherium mongoliense erinnert in manchen Merkmalen der oberen Bakkenzähne an *Hispanotherium,* vor allem in der starken Modernisierung, der Kro-

nenhöhe und der Zententwicklung. Die Postfossette ist weit nach lingual verlängert und tief. Charakteristisch und von allen anderen Elasmotherini abweichend sind die tiefen Kerben der Außenwand, die erst bei *Elasmotherium* selbst wieder auftreten. Beziehungen zur vorliegenden Art bestehen nicht.

Insgesamt bestehen wohl die engsten Beziehungen zu der Art *Beliajevina caucasica*, die sich aber in den typischen Spezialisierungen der Elasmotherini als weiter fortgeschritten erweist. Zwischen den beiden Arten bestehen keine Spezialisationskreuzungen; die kaukasische Art läßt sich von der anatolischen ableiten. Die Art kann also mit Vorbehalt zur Gattung *Beliajevina* gestellt werden, doch bedarf diese Einordnung noch der Bestätigung durch Funde des Vordergebisses und des Gesichtsschädels.

Das Muster der Molaren kann von der des burdigalen *Caementodon* sp. abgeleitet werden, nicht aber von *Caementodon oettingenae*, das sich bereits stärker in Richtung auf *Hispanotherium* entwickelt hat.

Begertherium borissiaki, das nicht von *Beliajevina caucasica* abgeleitet werden kann, steht in der Entwicklung der Postfossette zwischen den beiden Arten von *Beliajevina*, könnte also auf die Art *tekkayai* zurückgeführt werden. *Iranotherium mongoliense* steht all diesen Formen sehr fern, doch kann das Zahnmuster auf eine Ableitung von *Begertherium* hinweisen, wofür die Stellung des Hornes ebenfalls spricht.

Die Stellung zu den beiden *Hispanotherium*-Arten wird auf S. 31 behandelt

2.2 Gattung: *Hispanotherium* Crusafont & Villalta 1947

Diagnose (Neufassung): Elasmotherini ohne persistente Incisiven in Ober- und Unterkiefer. Hornstuhl in mittlerer Position, weder frontal noch naso-terminal. Backenzähne mit mäßig ausgeprägter Hypsodontie, ohne Schmelzfältelung. Obere Prämolaren submolariform, mit labiolingual gestreckter Postfossette und hoher Platte des hinteren Cingulums, Zementbildung variabel, an den Molaren stärker als an den Prämolaren. Extremitäten lang und kräftig.

Typusart: *Hispanotherium matritense* (Prado, 1863)

Hispanotherium grimmi n. sp.

(Taf. 2, Fig. 7—14)

? 1971 Gen.? — Beliajeva, S. 82, Abb. 2

Diagnose: Art der Gattung *Hispanotherium* mit einem Horn nahe der Naso-Frontalnaht. Obere Prämolaren mit weit nach lingual reichender Postfossette und sehr zartem Metaloph. Obere Molaren mit starkem Mesostyl. Untere Backenzähne ohne Tendenz zur Individualisierung der Höcker. Prämolaren und Milchmolaren von vorn nach hinten rasch an Größe zunehmend.

Derivatio nominis: Nach Herrn Franz Grimm, Hannover, dem Finder des Holotypus.

Holotypus: Obere Zahnreihe, P^3, M^1, M^2 re. Bayer. Staatssammlg. Pal hist. Geol. Nr. 1968 VI 1

Locus typicus: Ankara-Kaleçik-Çandir

Stratum typicum: Turgut-Schichten (Obermiozän)

2.2.1 Beschreibung des Holotypus, (Taf. 2, Fig. 7—9)

P^3:	L: 26	Bv: 39	Bh: 40	H: (44)	mm
M^2:	42	53	53	(47)	mm

Der P^3 ist nahezu prismatisch, Vorder- und Hinterkante der Außenwand divergieren schwach. Die Wurzeln sind schmal, plattenartig und stehen, wie bei den meisten hochkronigen Zähnen, eng beisammen. Die Krone trägt in allen Vertiefungen, z. T. auch auf der glatten Außenwand, einen Zementbelag. Dieser füllt den Medisinus nicht ganz aus, sondern bildet eine unregelmäßige Lage auf den Schmelzwänden, die in der Tiefe an Dicke abnimmt.

Die Außenwand ist flach wellig, mit zwei breiten Rippen. Die breitere und höhere ist der Paraconus, der sich nach unten verbreitert und die ihn begrenzenden Rinnen verdrängt. Auch der Metaconus ist kräftig, ein Mesostyl fehlt. Parastyl und Metastyl treten kaum vor.

Die Querjoche verschmelzen innen zu einer dicken, einheitlichen Innenwand, die lingual kaum gekerbt ist. Nur die vordere Protoconusfurche ist tief und scharf. Der Metaloph ist schmaler als der Protoloph, sitzt weit hinten am Ectoloph an und gabelt sich lingual in zwei Äste, die eine runde Grube umschließen. Der Hypoconus fließt mit der Platte des hinteren Cingulums zusammen, die hinter der Postfossette eine hohe, geschlossene Wand bildet. Das Crochet ist durch zwei Fältchen vertreten, die Crista lang, zart und gegabelt. Ein Antecrochet fehlt. Die Postfossette ist sehr kurz, stark labiolingual gestreckt und bildet eine nierenförmige Abkaufigur.

Das Cingulum beschränkt sich außen auf zwei Leisten entlang der Kanten der Außenwand. Vorn und hinten verläuft es sehr hoch über der Basis um innen steil abfallend zu enden. Ein Innencingulum fehlt.

Die beiden Molaren (Taf. 2, Fig. 7, 8) zeigen eine sehr starke Zementbedekkung. Die Zahngruben sind vollständig ausgefüllt. Die Außenwand ist basal relativ kurz, doch divergieren Vorder- und Hinterkante stark nach oben, so daß das Kauflächenbild sehr langgestreckt wirkt. Die Rinnen der Außenwand sind flach und schmal, die Rippen außen abgeplattet. Das Parastyl ist lang; der Paraconus verschmälert sich kegelförmig nach oben und konvergiert mit Mesostyl und Metaconus. Das Mesostyl ist (bei M^2) wesentlich breiter als bei *Hispanotherium matritense*. Der Metaconus ist kaum breiter als dieses. Das Metastyl tritt etwas mehr nach außen vor. Die Verlängerung der Außenwand nach oben wird vor allem durch die flügelartige Ausbreitung des Metastyls bewirkt.

Protoloph und Metaloph sind etwa parallel und stark schräggestellt. An den Innenhöckern sind vier scharfe Furchen entwickelt; die des Hypoconus sind weniger tief, die des Protoconus vor allem basal stark eingesenkt. Das Antecrochet ist lang, zungenförmig; der Protoconus ist innen abgeplattet. Das Crochet ist mäßig lang, die Crista kurz. Die Postfossette ist dreieckig, in der Tiefe oval. Der Medisinus öffnet sich knapp über der Schmelzbasis.

Das Cingulum ist von vorn und hinten etwas auf die Außenwand verlängert, erhebt sich aber nicht hoch über die Basis. Das vordere und hintere Cingulum liegen hoch, doch ist das hintere hinter der Postfossette tief eingekerbt. Beide enden mit einem kräftigen Pfeiler labial der Furchen der Innenhöcker. Ein Innencingulum fehlt.

2.2.2 Weiteres Material:

P^2, 1968 VI 33, Fundort: Kütahya-Sabunçu-Sofça (Taf. 2, Fig. 10, 11)
L: 27, Bv: 32, Bh: 34, H: (42) mm

Die Außenwand des frischen Zahnes ist relativ lang. Ihre Hinterkante ist senkrecht, gerade, ihre Vorderkante konvex nach vorn ausgewölbt. Die drei Rinnen der Außenwand sind etwa gleich tief, die mittlere ist schmaler als die beiden anderen. Nach dem langen, scharfkantigen Parastyl folgen zwei parallele gleich hohe Rippen, die eng beisammen stehen, so daß kein Platz für ein Mesostyl bleibt. Die Metaconusrippe ist nur wenig breiter als der Paraconus.

Die Querjoche konvergieren stark nach innen und treffen sich im Protoconus. Der Hypoconus ist lingual deutlich von diesem abgegliedert und steht frei nach hinten über ohne Kontakt mit dem Metaloph zu haben. Unmittelbar hinter ihm erhebt sich das hintere Cingulum als freie Platte und erreicht fast die Höhe der Kaufläche. Die Postfossette ist weit, zweispitzig aber nicht geteilt.

Außen- und Innencingulum fehlen, das vordere Cingulum ist rudimentär und steigt stark auf und ab. Nur das hintere Cingulum ist mächtig und liegt hoch über der Basis. Alle Gruben, auch die Furche der Innenwand und die Rinnen der Außenwand, sind mit dicken Zementschichten gefüllt.

M^1-Fragment, 1968 VI 37, Fundort: Kütahya-Sabunçu-Sofça
(Taf. 2, Fig. 14)

Das Fragment des oberen M^1 besteht nur aus der Außenwand. Es zeigt einige Abweichungen von dem M^2 des Holotypus: Die Gliederung ist welliger und weniger abgeplattet. Insbesondere ist die Rinne zwischen Paraconus und Mesostyl seichter, das Mesostyl höher herausgehoben und nicht so stark abgeplattet. Wie bei primitiveren Formen, insbesondere *Hispanotherium matritense*, ist die Metaconusrippe basal stark und breit und verliert sich apikal.

Unterkiefer, 1968 VI 38, Fundort: Kütahya-Sabunçu-Sofça

Der adulte Unterkieferast ist sehr vollständig, während vom juvenilen nur wenig erhalten ist. Die Lage der im Symphysenbereich erhaltenen Medianlinie erlaubt es, trotz der starken Verdrückung im hinteren Teil des Corpus, auf einen relativ weiten Öffnungswinkel der beiden Äste zu schließen. Das Corpus ist relativ niedrig und massiv und nimmt von hinten nach vorn stark an Höhe ab. Der Unterrand ist gebogen und geht ohne Knick in die Symphyse über. Der Anstieg des Ramus erfolgt erst in einigem Abstand hinter dem M_3 und ist schwach gebogen. Trotzdem ist der Angulus noch kräftig entwickelt. Die Symphyse ist flach löffelartig nach vorn ausgebreitet, wie bei allen primitiven Rhinocerotinae. Sie trägt keine vergrößerten Incisiven; nur die Wurzel eines, offenbar persistenten, DI_2 ist erhalten. Seine Position nahe der Mediane widerspricht dieser Auffassung nicht, da die Verbreiterung der Symphyse im Laufe der Ontogenie die Position der DI_2 nicht verändert, so daß, wenn die definitiven I_2 auftreten, diese seitlich der DI_2 durchbrechen. Wie bei anderen Rhinocerotinae, deren I_2 nicht mehr zur Entwicklung gelangen, ist der Vorderrand der Symphysenplatte abgerundet und lateral nach hinten gezogen. Die Kanten des Margo interalveolaris sind daher verkürzt und stark gebogen. Die

Oberseite der Symphyse ist flach konkav, die Unterseite ebenfalls schwach gewölbt mit einer leichten Kante in der Mediane. Das Foramen mandibulare liegt wenig unterhalb der Zahnbasen; das For. mentale liegt, wie der Symphysenbeginn, bei P_2.

Untere Incisiven, 1968 VI 39, 40, Fundort: Kütahya-Sabunçu-Sofça (Taf. 2, Fig. 12)

Es sind keine Zähne vorhanden, die morphologisch den vergrößerten I_2 entsprächen. Die Symphyse des adulten Unterkiefers überragt die Wurzeln der DI_2 seitlich weit, doch sind in diesem Bereich keine weiteren Zähne angelegt.

Unsicher bleibt die Deutung von zwei stiftförmigen Zähnen mit langer Wurzel und kleiner Krone, die morphologisch weder den DI_2 noch den I_1 von Rhinocerotiden ganz entsprechen. Der kleinere hat zwar eine morphologische Krone, die aber keine Schmelzschicht mehr trägt. Seine Deutung als DI_1 entspricht der geringeren Größe. Der größere hat eine bohnenförmige Krone mit kräftigem Schmelz. Die Wurzel ist schwach gekrümmt; ihre Stärke entspricht dem Wurzelstumpf des DI_2 im Unterkiefer. Abnutzung ist nicht zu erkennen.

M_3, 1968 VI 38, Fundort: Kütahya-Sabunçu-Sofça (Taf. 2, Fig. 13)
L: 48, Bv: 26, Bh: 22, H: 28 mm

Der letzte Molar des Unterkiefers ist relativ niederkronig und hat nur wenig Zement in der Außenfurche entwickelt. Das mittellange Paralophid erreicht die Länge des Metalophids nicht und fällt stark nach lingual ab. Die tiefe Trigonidgrube hat einen nur schwach nach lingual geneigten Boden, der in eine steile, stumpfe Rinne übergeht. Die Protoconidfalte ist schwach. Die gerundete Protoconidkante wölbt sich konvex nach außen. Die tiefe, schlitzförmige Außenfurche bildet zwischen beiden Jochen eine tief abgesenkte Kerbe. Das Hypolophid ist stark winkelig geknickt, doch wird der Außenschenkel in die Länge gestreckt, so daß das Talonid insgesamt sehr lang wird. Der flache Boden der weiten Talonidgrube senkt sich sehr schwach nach lingual. Eine leichte Einschnürung der Innenhöcker kann nicht als Tendenz zur Individualisierung angesehen werden. Das Cingulum greift nicht auf Außen- oder Innenseite über.

Nasale, 1968 VI 43, Fundstelle: Kütahya-Sabunçu-Sofça

Der Knochen ist vor der Naso-Frontalnaht abgebrochen, doch ist der vordere Teil der Begrenzung gegen das Maxillare erhalten. Der Knochen ist kurz, dreieckig und vorn zugespitzt. Er ist stark quer gewölbt und nahe der Mediane verstärkt, doch sind die beiden Nasalia nicht miteinander verwachsen. In der Längsrichtung ist der Knochen nicht gewölbt. Seine Dicke nimmt nach hinten schnell zu und zwar auf die ganze Breite. Auf der Oberseite läßt sich im hinteren Teil eine nicht ganz vollständig erhaltene Anschwellung erkennen, deren Oberfläche schwach aufgerauht ist. Weiter vorn ist die Oberseite glatt. Sowohl die starke Reduktion der frei über der Nasalincisur vorstehenden Spitze — sie erreicht nicht ganz die halbe Länge des ganzen Nasale — wie auch die sehr dicke Gewölbekonstruktion über dem Maxillare lassen auf eine Hornposition im hinteren Bereich der Nasalia schließen. Vermutlich stellt die schwache Rauhigkeit der Oberfläche einen juvenilen Hornstuhl dar — dafür spricht auch die geringe Verzahnung der Nähte —, doch kann dieser auch noch etwas weiter hinten gelegen haben.

2.2.3 Beziehungen und Vergleiche

Die Zugehörigkeit zu den Elasmotherini ist aufgrund der Backenzahn-Morphologie, der Hornposition und des Vordergebisses gesichert. Innerhalb des Tribus sind die ähnlichsten Formen im Obermiozän zu finden, alle jüngeren Arten haben höhere Zahnkronen, ein stärker spezialisiertes Kronenmuster und eine extreme Hornposition.

Formen mit erhaltenen Incisiven können mit der vorliegenden Art nicht generisch vereinigt werden. *Beliajevina* und *Caementodon* kommen damit nicht infrage. Unter den übrigen Formen unterscheiden sich *Iranotherium* und *Begertherium* durch einen weiter vorn, vor der Nasalincisur liegenden Hornstuhl. Es bleibt also die Gattung *Hispanotherium,* von der der Gesichtsschädel noch nicht bekannt ist. Die Art wird also vorläufig zu dieser Gattung gestellt, bis auch von deren Typusart die Hornposition bekannt ist. Die Struktur der oberen Backenzähne widerspricht dieser Einstufung nicht, doch wird sie so stark von der Entwicklungshöhe und der Spezialisierungsrichtung geprägt, daß sie auch keine positiven Belege dafür geben kann.

Die phylogenetische Ableitung der vorliegenden Art stößt auf große Schwierigkeiten, da noch keine Erfahrungen darüber vorliegen, ob bei streng einseitiger Spezialisierung eine Rückentwicklung der Molarisierung möglich ist. Ebenso ist nicht bekannt, ob die Beschränkung der Postfossette auf den Teil labial vom Metaconulus einen Fortschritt in der Molarisierung oder die primitive Grundform darstellt, von der die Verlängerung nach lingual als Spezialisierung abzuleiten ist.

Die Kronenhöhe und alle damit zusammenhängenden Merkmale entsprechen einer mittleren Subhypsodontie, die von den meisten der obermiozänen Formen erreicht, aber nur von wenigen überschritten wurde. Da die Art sowohl von Formen mit geringerem als auch mit gleichem Spezialisierungsgrad abgeleitet werden kann, scheidet nur *Iranotherium,* eine höher entwickelte Form aus, die aufgrund ihrer entgegengesetzten Hornposition ohnehin nicht infrage kommt. Aus letzterem Grund kann *Iranotherium* auch nicht von *H. grimmi* abgeleitet werden.

In der Struktur der Prämolaren gehört *H. grimmi* zu den primitiveren Formen. Der Hypoconus des P^2 ist zwar dick, ragt aber frei nach hinten, während der Metaloph zum Protoconus zieht. Das entspricht der Form des P^2 bei *B. caucasica,* während bei *Caementodon* der Metaloph schon zum Hypoconus zieht, dieser aber noch relativ schwach ist. *H. matritense* vereinigt die strukturell modernen Merkmale, einen dicken Hypoconus, der sich mit dem Metaloph verbindet. *H. grimmi* kann also sicher nicht von dem geologisch älteren *H. matritense* abgeleitet werden, möglicherweise aber von *Beliajevina.*

Wie bei *H. matritense, Caementodon* und *Beliajevina* verbindet sich bei P^3 des Holotypus der Metaloph mit dem, allerdings kräftigen, Hypoconus, der bei den beiden primitiveren Gattungen noch schwächer ist.

Die Form der Postfossette bietet nur gegenüber *Caementodon* und *H. matritense* deutliche Unterschiede. Bei *H. matritense* ist die linguale Verlängerung angedeutet. Nimmt man eine Reduktion an, so könnten beide *Hispanotherium*-Arten auf *Beliajevina* zurückgeführt werden. Hält man eine labial liegende Postfossette für das ursprüngliche Stadium, so ist an eine Ableitung von *Caementodon* zu denken.

Die Gliederung der Außenwand ist bei all den hier besprochenen Formen zu

ähnlich, um Entwicklungslinien trennen zu lassen. Sie belegt die Geschlossenheit der Gruppe. Tendenzen zur strukturellen Modernisierung zeigt *H. matritense* in der Entwicklung eines Mesostyls bei den Prämolaren, wobei die Gliederung der Molaren primitiv bleibt. Bei *H. grimmi* ist bemerkenswert, daß der M^2 der älteren Fundstelle Ankara-Kaleçik-Çandir eine stärker abgewandelte Außenwand zeigt als der M^1 der jüngeren Fundstelle Kütahya-Sabunçu-Sofça. Hier können Unterschiede des Biotops oder divergente Entwicklungen innerhalb der Art eine Rolle spielen.

Hispanotherium ist also die modernste Form der drei primitiveren Gattungen der Elasmotherini, die alle noch Tendenzen zur Modernisierung des Prämolaren- und Molarenmusters zeigen. Sie kann von keiner der bekannten Arten eindeutig abgeleitet werden, steht aber *Beliajevina,* von der Schädelreste bekannt sind, nach der Position des Hornes nahe. Eine Ableitung von dieser Gattung würde zu der Annahme führen, daß bei den Elasmotherini auch eine Verlagerung des Hornes nach vorn möglich ist. Gegen diese Ableitung spricht aber die starke Streckung des Hypolophids der unteren M nach hinten bei *B. caucasica,* die *Hispanotherium* fehlt, und die als spezialisiertes Merkmal gewertet werden muß.

Die beiden obermiozänen Gattungen mit weiter vorn liegendem Horn, *Begertherium* und *Iranotherium,* gehen von demselben Muster der Molaren und Prämolaren aus, wobei die Trennung der Innenhöcker der Prämolaren etwas deutlicher ist, und der Metaloph immer zum Hypoconus zieht. An der gestreckten Postfossette wird festgehalten. Die Molaren haben bei beiden Gattungen eine Außenwand, deren Höcker abgeplattet und durch enge Rinnen getrennt sind, wie bei den Molaren von Çandir. Es ist jedoch anzunehmen, daß es sich um Konvergenzen handelt, da eine Verlagerung des Hornes nach vorn kaum vorstellbar ist.

3. Ergebnisse

3.1 System

Aus der Analyse des Musters der Prämolaren und der Gliederung der Außenwand bei Molaren und Prämolaren geht hervor, daß trotz der stark divergenten Entwicklung der Hornposition die Elasmotherini als eine einheitliche Gruppe zu betrachten sind. Eine Trennung in Iranotheriinae und Elasmotheriinae (Kretzoi, 1943, Viret, 1958) oder die Abgliederung der „Begertheriinae" als eigene Unterfamilie (Beliajeva, 1971) ist damit nicht angebracht.

Die beiden hier neu aufgestellten Arten unterscheiden sich zweifellos deutlich von den bisher bekannten obermiozänen Arten der Elasmotherini. Weder das vorliegende Material noch das Vergleichsmaterial reichen jedoch aus, um sie einer der bestehenden Gattungen eindeutig zuweisen zu können.

Die Aufstellung der Gattung *Beliajevina* beruht auf den zwei Feststellungen, daß — erstens — „*Diceratherium caucasicum* Borissiak" zu den Elasmotherini zu stellen ist, und daß es sich — zweitens — dabei um eine Form handelt, die bereits im Obermiozän ein weit zurück verlagertes Horn besaß wie *Elasmotherium* selbst.

3.2 Phylogenie

Die Zahl der im Obermiozän bekannten Arten der Elasmotherini erhöht sich auf sieben, die sich auf nunmehr fünf Gattungen verteilen. Diese Gattungen unterscheiden sich im Backenzahngebiß nur in wenigen Merkmalen. Sie divergieren dagegen stark in der Stellung des Hornes und in Verlust oder Persistenz der Incisiven. Geht man von der Beobachtung aus, daß bei Rhinocerotinae zwar oft das Stirnhorn, nie jedoch das nasale Horn reduziert wird, so wird die Annahme eines ursprünglich weit vorn liegenden einzelnen Hornes mehr Wahrscheinlichkeit haben als die Annahme eines primär frontalen Hornes.

Die Gruppe tritt im Burdigal erstmals auf, wobei zwar einige Entwicklungstendenzen bereits erkennbar sind, nicht jedoch die Erhöhung der Kronen. Eng an diese erste Zwergform schließt sich *Caementodon oettingenae* aus den Siwalik-Schichten an, das bis ins Pliozän voll entwickelte Incisiven behält. Wie bei dieser Art sind die Zahnkronen auch bei den sechs übrigen Arten des Obermiozäns hoch und belegen damit, daß es sich um die Abkömmlinge einer Radiation, vermutlich im Burdigal, handelt. Keine dieser Arten läßt sich sicher auf eine andere zurückführen. Die Trennung der Gattungen erfolgt nach der stark divergenten Entwicklung des Gesichtsschädels.

In der Geschichte der Rhinocerotidae hat sich jede Gruppe in anderen Merkmalen differenziert. Das betrifft bei den Aceratheriinae vor allem die Extremitäten, bei den Rhinocerotini die Backenzähne und bei den Elasmotherini die Position des Hornes, die bei den Rhinocerotini sehr konstant ist.

Im Obermiozän zeigt sich dabei ein Spektrum von Formen, die zwischen den beiden extremen Formen des Pliozäns mehr oder weniger intermediär sind. Dabei fallen die Incisiven bei den Formen früher aus, die in der Hornposition primitiver bleiben: *Begertherium* und *Iranotherium*. *Beliajevina* dagegen, die in der Rückverlagerung des Hornes bereits *Elasmotherium* nahekommt, behält ihre $I_{\frac{2}{2}}$. Die ihr nahe verwandte Gattung *Hispanotherium* mit etwas weiter vorn liegendem Horn hat keine Incisiven mehr.

Nach einer Überlieferungslücke im tieferen Unterpliozän, die nur durch das Einzelstück von Oschi (Beliajeva, 1971, Abb. 2) überbrückt wird, sind im höheren Unterpliozän nur mehr die zwei extremen Linien, *Iranotherium* und *Elasmotherium* erhalten, von denen nur *Elasmotherium* noch bis ins Altpleistozän weitergeht. Der Tribus zeigt also eine typisch regressive Entwicklung.

3.3 Ökologie

Hochkronigkeit und Zementbildung in den Zahngruben sprechen für eine Anpassung an harte Nahrung, die bei den pliozänen und pleistozänen Arten der Elasmotherini sicher aus Steppengras bestand. Da aber für *Caementodon oettingenae* in den Siwalikschichten eine Häufigkeitsverteilung ermittelt wurde, (Heissig, 1972, S. 107), die einer feuchtigkeitsliebenden Form entspricht, muß Grasnahrung nicht allen obermiozänen Formen zukommen. Auch die geringe Entwicklung von Zahnzement bei *Beliajevina tekkayai* erschwert die ökologische Beurteilung. Zugleich muß mit dem Auftreten schlecht angepaßter Formen gerechnet werden.

Morphologische Indizien, die für eine Anpassung an harte Nahrung sprechen,

finden sich in unterschiedlicher Verteilung. So kann die Beibehaltung einer geschlossenen Innenwand der Prämolaren bei beiden anatolischen Arten für härtere Nahrung sprechen, während die Abschwächung der Innenwand bei *H. matritense* für weichere Nahrung spricht. Die Abplattung der Außenwand beim Holotypus von *H. grimmi* spricht für härtere Nahrung als die primitiv, wellige Außenwand bei *B. tekkayai, H. matritense* und dem M^1 von Kütahya-Sabunçu-Sofça.

Es ist also wahrscheinlich, daß *Hispanotherium grimmi* eine Art war, die sich zumindest teilweise von Steppengräsern oder -kräutern ernährte. *Beliajevina tekkayai* war schlechter an solche Nahrung angepaßt; ob die Art trockenere oder feuchtere Gebiete bevorzugte, kann nicht entschieden werden.

4. Literatur

Antunes, M. T., Ginsburg, L., Torquato, J. R., Ubaldo, M. L., 1973: Age des couches à Mammifères de la basse vallée du Tage (Portugal) et de la Loire moyenne (France). — C. R. Acad. Sc. Paris **277**, Sér. D, 2313—2316, Paris.

Beliajeva, E. I., 1971: Über einige Nashörner, Familie Rhinocerotidae, aus dem Neogen der westlichen Mongolei, (russ.). — Fauna Mesozoija i Kajnozoia zapadnoj Mongolii **3**, 78—97, 7 Abb., 9 Tab., Moskau.

Borissiak, A. A., 1935: Neue Materialien zur Phylogenie der Dicerorhinae. — Dokl. Akad. Nauk SSSR **3**, (8), 381—384, 2 Abb., Moskau.

Borissiak, A. A., 1938: A new *Dicerorhinus* from the Middle Miocene of North-Caucasus. — Trudy Pal. Inst. Akad. Nauk. **8**, 2, 68 S., 20 Abb., 2 Taf., Moskau.

Crusafont, M. & Villalta, J. F., 1947: Sobre un interesante Rhinoceronte (*Hispanotherium* nov. gen.) del Miocene del Valle del Manzanares. — Las Ciencias **12**, 4, 869—883, 4 Abb., Madrid.

Forster-Cooper, C., 1934: The extinct Rhinoceroses of Baluchistan. — Phil. Trans. Roy. Soc. **123**, B, 569—616, Taf. 64—67, 21 Abb., London.

Heissig, K., 1972: Paläontologische und geologische Untersuchungen im Tertiär von Pakistan 5. Rhinocerotidae aus den unteren und mittleren Siwalik-Schichten. — Abh. Bayer. Akad. Wiss. Math. Naturw. Kl. N. F. **152**, 122 S., 3 Abb., 25 Taf., 41 Tab., München.

Heissig, K., 1973: Die Unterfamilien und Tribus der rezenten und fossilen Rhinocerotidae (Mammalia). — Säugetierkdl. Mitt. **21**, 1, 25—30, München.

Kretzoi, M., 1942: Bemerkungen zum System der nach-miozänen Nashorn-Gattungen. — Földt. Közl. **72**, 309—318, 1 Abb., Budapest.

Kretzoi, M., 1943: *Gobitherium* n. g. (Mamm. Rhinoc.). — Földt. Közl. **73**, 268—271, 2 Abb., Budapest.

Mecquenem, R. de, 1908: Contribution à l'étude du gîsement des Vertébrés de Maragha et de ses environs. — Délégation en Perse, Ann. d'Hist. nat. **1**, Paris.

Osborn, H. F., 1899: Frontal Horn on *Aceratherium incisivum* . . . Science, **1899**, S. 161, 2 Abb., Washington.

Osborn, H. F., 1900: Phylogeny of the Rhinoceroses of Europe. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **8**, 229—267, 19 Abb., 1 Tab., New York.

Osborn, H. F., 1924: *Serridentinus* and *Baluchitherium*, Loh Formation, Mongolia. — Amer. Mus. Novit. **148**, 1—5, 2 Abb., New York.

Ringström, T. J., 1923: *Sinotherium lagrelii*, a new Fossil Rhinocerotid from Shansi, — Bull. Geol. Surv. China, **5**, 91—94, 1 Abb., Peking.

Ringström, T. J., 1924: Nashörner der Hipparion-Fauna Nord-Chinas. — Palaeont. Sinica, Ser. C, **1**, 4, 1—159, 12 Taf., 92 Abb., Peking.
Sickenberg, O., & Tobien, H., 1971: New Neogene ans Lower Quaternary vertebrate faunas in Turkey. — Newslett. Stratigr. **1**, 3, 51—61, 1 Abb., 1 Tab., Leiden.
Viret, J., 1958: Perissodactyla. — Traité de Paléontologie (Piveteau) **6**, 2, 368—475, 112 Abb., Paris.

Tafel 2

Beliajevina tekkayai n. gen., n. sp.
Obermiozän, Bursa-Mustafakemalpaşa-Paşalar, Anatolien, alle $^2/_3$ nat. Gr.

Fig. 1: Holotypus, P^4 re., labial, Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München, Nr. 1968 VI 593
Fig. 2: derselbe Zahn mesial
Fig. 3: derselbe Zahn lingual
Fig. 4: derselbe Zahn okklusal
Fig. 5: P^2 re., okklusal, MTA-Museum, Ankara, Nr. BP-687
Fig. 6: M^1 re. Fragment, labial, Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München, Nr. 1968 VI 602

Hispanotherium grimmi n. sp.
Obermiozän, Anatolien, alle Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., München, alle $^2/_3$ nat. Gr.

Fig. 7: Holotypus, M^2 re., labial, Nr. 1968 VI 1, Ankara-Kaleçik-Çandir
Fig. 8: Holotypus, M^1, M^2 re., okklusal
Fig. 9: Holotypus, P^3 re., okklusal
Fig. 10: P^2 li., labial, Nr. 1968 VI 33, Kütahya-Sabunçu-Sofça
Fig. 11: derselbe Zahn okklusal
Fig. 12: DI_2 re., lingual, Nr. 1968 VI 40, Kütahya-Sabunçu-Sofça
Fig. 13: M_3 re., okklusal, Nr. 1968 VI 38, Kütahya-Sabunçu-Sofça
Fig. 14: M^1 re., Fragment, labial, Nr. 1968 VI 37, Kütahya-Sabunçu-Sofça

Prosantorhinus pro *Brachypodella* Heissig 1972 (Rhinocerotidae, Mammalia) (= non *Brachypodella* Beck 1837 [Gastropoda])

Von Kurt Heissig[1])

Durch Fräulein Dr. E. I. Beliajeva, Moskau, wurde ich freundlicherweise darauf aufmerksam gemacht, daß der Name *Brachypodella*, mit dem ich 1972 (Heft 12 dieser Zeitschrift, S. 65) eine neue Gattung belegte, bereits vergeben war. Für dieselbe Gattung mit der Typusart *„Dicerorhinus" germanicus* Wang 1929 schlage ich als neuen Namen vor:

Prosantorhinus nov. nom.

Derivatio nominis: aus griechisch προσαντης = steil ansteigend wegen der stark nach vorn aufsteigenden Nasenbeine.

Literatur

Heissig, K., 1972: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **12**, 57—81, Taf. 3, 2 Abb. München.

[1]) Dr. Kurt Heissig, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 39—48 | München, 15. 12. 1974

Solnhofen 5, eine villafranchische Spaltenfüllung aus Bayern

Von Wighart v. Koenigswald[1])

Mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung

In der Spaltenfüllung Solnhofen 5 konnten die folgenden Säugetier-Taxa nachgewiesen werden: *Hypolagus brachygnathus*, Petauristinae indet., *Meles* sp. und *Cervus philisi*. Der Flughörnchenrest, der sich keiner der beschriebenen Arten zuordnen läßt, zeigt, daß die Vielfalt dieser Gruppe bisher nur sehr ungenügend bekannt ist. Wegen des Nachweises von *Cervus philisi* wird die Fauna in das mittlere oder obere Villafranchium gestellt.

Summary

The fissure-filling Solnhofen 5 contains remains of the following mammals, *Hypolagus brachygnathus*, Petauristinae indet., *Meles* sp., and *Cervus philisi*. The specimen of flying squirrel which cannot be related to any of the discribed species proves that the wide diversity of this group is far from being known sufficiently. According to the occurence of *Cervus philisi* the stratigraphical position can be restricted to Middle or Upper Villafranchian age.

Im Sommer 1969 war in einem Steinbruch bei Solnhofen (Kreis Weißenburg in Bayern) eine Karstspalte aufgeschlossen, aus deren Lehm Herr Egger, München, Knochen und Zähne verschiedener Säugetiere aufsammeln konnte. Durch die Vermittlung von Herrn Dipl. Geol. J. Gregor gelangten die Funde an die Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München. Da villafranchische Faunen bisher aus Bayern sehr selten sind, soll die Fauna, trotz ihres geringen Umfangs, hier dokumentiert werden.

Da aus der Gemarkung der Gemeinde Solnhofen bereits mehrere fossilführende Spaltenfüllungen bekannt geworden sind, wird diese neue Spaltenfüllung entsprechend den Empfehlungen von Dehm & Fahlbusch 1970 als Solnhofen 5 bezeichnet. Die hier besprochenen Funde werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München unter der Inventarnummer

[1]) Dr. W. v. Koenigswald, Geologisches und paläontologisches Institut der Universität Tübingen, SFB 53, „Palökologie", 74 Tübingen 1, Sigwartstr. 10. — Diese Faunendokumentation wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 53, „Palökologie" erstellt.

1971 V 21—24 aufbewahrt. Herrn Prof. Dr. R. Dehm, dem Direktor dieser Staatssammlung, gilt mein Dank für die Überlassung des Materials.

Nach den Angaben des Finders befand sich die Karstspalte im Gemeindesteinbruch von Solnhofen (Blatt Monheim 7131, r. 44 25 680 h. 54 16 180). Dieser Steinbruch liegt etwa 1 km südlich der Kirche von Solnhofen im großen Steinbruchgebiet auf der Hochfläche, in dem der Plattenkalk des Weiß-Juras-Epsilon abgebaut wird. Die Spalte war mit einem rotbraunen Lehm verfüllt und etwa 2 m unterhalb der Geländeoberfläche, die hier zwischen 575 und 580 über NN liegt, fossilführend. Die Spalte ist inzwischen dem fortschreitenden Steinbruchbetrieb zum Opfer gefallen.

In den Faunen der Karstspalten sind Großsäugerreste eigentlich immer von Kleinsäugern begleitet, die besonders für die stratigraphische Einordnung wichtig sind. Bei der Aufsammlung wurden aber leider nur die mit dem bloßen Auge sichtbaren Zähne und Knochen geborgen. Bedauerlicherweise unterblieb es, Kleinsäuger durch Schlämmen des Sedimentes zu gewinnen. In dieser rudimentären Fauna sind die Taxa

Hypolagus brachygnathus
Petauristinae indet.
Meles sp.
Cervus philisi

enthalten, deren Reste im folgenden besprochen werden.

Hypolagus brachygnathus Kormos 1934
Abb. 1

Material: 1 rechter Unterkiefer mit P_3—M_1
mehrere Skelettelemente

Maße:
I inf., Breite 3,1; Dicke 2,7 mm
P_3, Länge 3,1
P_4, Länge 3,1; Breite Trigonid 3,6; Breite Talonid 2,8
M_1, Länge 3,0; Breite Trigonid 3,4; Breite Talonid 2,6
Unterkiefer, Dicke 5,4; Höhe 13,9; Diastema 18.
Humerus, Breite dist. 10,3;
Femur, Breite dist. 9,5 und 9,2;
Breite der Patellafurche 5,2 und 5,1;
Calcaneus, Breite 10,5;

Die Hasenreste belegen mindestens zwei Individuen, wovon eines ausgewachsen und eins jugendlich ist. Bei letzterem sind die distalen Epiphysenfugen noch

Abb. 1: *Hypolagos brachygnathus* Kormos, Solnhofen 5, Villafranchium, rechter P_3. BSM 1971 V 21.

nicht verknöchert. Alle Hasenreste sind gegenüber *Lepus europaeus* deutlich kleiner und zeigen die von Sych 1965 beschriebenen Merkmale, in denen sich *Hypolagus* von *Lepus* unterscheidet. Das sicherste Merkmal zur Unterscheidung ist der P_3 des Unterkiefers, dessen labiale Einfaltung — im Gegensatz zu Lepus — nicht bis zur lingualen Wand des Zahnes, sondern nur bis zur Zahnmitte reicht (Abb. 1).

Sych 1965 konnte zwar bei *Hypolagus* eine zeitabhängige Größenzunahme auf Grund der polnischen Fundpunkte feststellen. Es ist aber unmöglich, mit so geringem Material detaillierte Anhaltspunkte für die phylogenetische Stellung des vorliegenden Materials zu gewinnen.

Petauristinae indet.
Abb. 2

Material: 1 rechtes Femur

Ein kleines Femur, dessen distales Gelenk abgebrochen ist, erinnert mit seinem abgespreizten Trochanter minor an die Sciuriden. In der Größe übertrifft es deutlich *Sciurus vulgaris*, bleibt aber hinter *Marmota marmota* zurück. Das Caput femoris ist kugelrund und ist vom Schaft durch ein schlankes Collum abgesetzt. Er ist proximal und distal nahezu symmetrisch abgegrenzt (Abb. 2a und 2c). Bemerkenswert ist die laterale Fläche des Trochanter major. Cranial und caudal etwas überragend, reicht sie weit distad, wobei sie sich nach unten verjüngt (Abb. 2b). Sie integriert da-

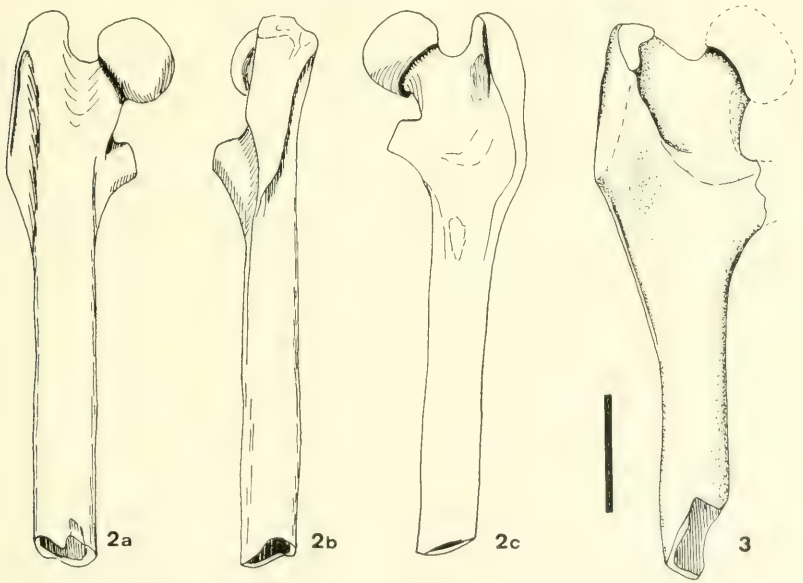


Abb. 2 und 3: Größenvergleich der Femora von pleistozänen Flughörnchen.
2a—c: Petauristinae indet. Solnhofen 5, Villafranchium, BSM 1971 V 24.
3: *Petauria* sp., Husarenhof 4, Alt- oder frühes Mittelpleistozän Slg. Tübingen GIT 1426/6 (Maßstab 1 cm).

bei die Region, in der bei anderen Sciuriden der Trochanter tertius ausgebildet ist. Dieser tritt bei dem vorliegenden Stück als eigenes Element gar nicht in Erscheinung.

Bei den Sciuriden wurde eine derartige Verschmelzung von Trochanter major und T. tertius nur bei *Petaurista*, dem großen Flughörnchen, beobachtet. Bereits bei den kleinen Flughörnchen, z. B. dem nordeuropäischen *Pteromys*, ist der Trochanter tertius wie bei *Sciurus* isoliert ausgebildet. Die Einreihung des vorliegenden Fundes in das bekannte Fossilmaterial macht deswegen Schwierigkeiten, weil bisher fast nur Gebißreste von Flughörnchen beschrieben wurden (Dehm 1962, Kretzoi 1965, Mein 1970 u. a.). Nur in der Spaltenfüllung Husarenhof 4 war es möglich, neben Gebißresten auch einige Skelettelemente der Petauristinae zu identifizieren (v. Koenigswald 1973). Morphologisch zeigt das relativ schlecht erhaltene Femur aus Husarenhof 4 (a. a. O. Abb. 5) Ähnlichkeiten mit dem aus Solnhofen 5. Beide zeigen das auffallendste Merkmal, die breitflächige Verschmelzung von Trochanter major und T. tertius. Auf der Caudalseite sind die Muskelansätze zwischen Trochanter minor und T. tertius bei dem Exemplar aus Solnhofen 5 deutlich schwächer als bei dem Stück vom Husarenhof (vergl. Abb. 2 und 3), dennoch handelt es sich bei beiden um ausgewachsene Individuen. Neben der unterschiedlichen Ausprägung der Muskelansätze zeigt vor allem die erhebliche Größendifferenz der beiden Femora (Abb. 2 und Abb. 3), daß es sich nicht um die gleiche Art handeln kann. Ein Größenvergleich des Solnhofener Femurs mit den anderen Flughörnchen ist auf dem Umweg über die Abmessungen des Materials von Husarenhof 4 möglich. Bei diesem Größenvergleich ergibt sich, daß die in Solnhofen vorliegende Flughörnchenart kleiner ist als alle bisher bekannten *Petauria*-Formen des Villafranchiums und des Altpleistozäns (*P. helleri* Dehm 1962 aus Schernfeld, *P. voigtstedtensis* Kretzoi 1965 aus Voigtstedt), die alle noch größer sind als die Art aus Husarenhof 4. Kleinere Flughörnchen, die dennoch deutlich größer sind als z. B. die rezente *Pteromys* oder die jungtertiäre *Blakia*, sind bisher aus dem Pleistozän nicht belegt. Aus dem Oberpliozän (Wölfersheim und Węże, Mein 1970, Sulimski 1964) gibt es eine Gruppe um *Petinomys*, die nach ganz groben Schätzungen größenordnungsmäßig der pleistozänen Form von Solnhofen 5 entspricht. Demnach ist das vorliegende Femur ein Anzeichen dafür, daß eine weitere bisher unbekannte Flughörnchenart, die möglicherweise an *Petinomys* anschließt, im Villafranchium von Europa existiert hat. Der spärliche Fossilbericht, der sicher mit der arbicolen Lebensweise dieser Gruppe zusammenhängt, läßt die Formenvielfalt dieser Gruppe noch nicht abschätzen.

Meles sp.
Abb. 4

Material: 1 rechtes Unterkieferfragment mit M_1

Maße: M_1,		
	Länge an der Außenkante	16,6 mm
	Länge des Talonids (labial)	7,9 mm
	Länge des Trigonids (lingual)	9,2 mm
	Breite des Trigonids	7,3 mm

Der vorliegende 1. Molar des Unterkiefers hat wenig Aussagekraft. Dies ist nicht nur in der mäßig starken Abkauung dieses Zahnes begründet, sondern allgemein darin, daß die Grenzen der morphologischen Variabilität beim Dachs sehr weit gespannt sind und sich im Laufe der Zeit nur geringfügig verschieben. Nomenklatorisch wird zwischen *Meles thorali* Viret 1950 aus dem Villafranchium, *Meles*

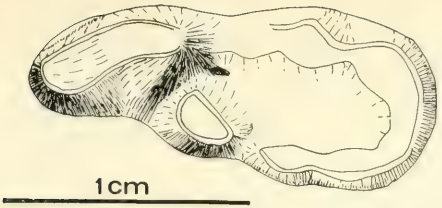


Abb. 4: *Meles* sp., Solnhofen 5, Villafranchium, rechter M_1, BSM 1971 V 23.

atavus KORMOS 1914 aus dem Alt- und Mittelpleistozän sowie dem rezenten *Meles meles* (L. 1758) unterschieden. Auf Grund der großen Variabilität ist es unmöglich, *M. atavus* gegen *M. meles* abzugrenzen.

Deswegen benutzt HELLER 1958, 30 die Bezeichnung *Meles meles atavus* nur zur Kennzeichnung des Alters, also als „stratigraphische Unterart", was aber nomenklatorisch nicht zulässig ist. Wenn *Meles thorali* im Unterkiefergebiß von *Meles meles* zu unterscheiden ist, dann am ehesten am langen — noch weniger reduzierten — M_2, kaum aber am M_1. Deshalb verzichte ich darauf, den vorliegenden M_1 — etwa aus stratigraphischen Gründen — *Meles thorali* zuzuordnen, auch wenn nach den Maßen der vorliegende Zahn zu dem Typus-Material dieser Art aus St. Vallier passen würde, ohne sich dabei aber deutlich von *Meles meles* abzuheben.

Cervus philisi SCHAUB 1941
Abb. 5—7

Material: Gebiß: rechter und linker Unterkiefer mit Pd_2 — M_1;
rechte Pd^3 und Pd^4; rechter und linker M^1;

Skelett: rechter Humerus (Caput, Diaphyse, dist. Epiphyse); linker Humerus (Diaphyse, dist. Epiphyse); linke Ulna (Olecranon); linker Radius (dist. Epiphyse); linkes Ulnare; rechtes Femur (Caput, Diaphyse, dist. Epiphyse); linkes Femur (2 Teile der dist. Epiphyse); Patella; rechte Tibia (prox. Epiphyse); linke Tibia (Diaphyse, dist. Epiphyse); rechter und linker Astragalus; rechter und linker Calcaneus; linkes Malleolare; rechtes Centrotarsale; Bruchstück einer Phalange 1; zwei Diaphysen von Phalangen 2; drei dist. Epiphysen von Metapodien.

Abmessungen:
Gebiß

	linker Kiefer			rechter Kiefer		
	Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe
Pd_2	10,0	5,1		10,3	5,3	
Pd_3	14,3	7,0		14,6	6,9	
Pd_4	19,9	9,8		20,0	9,9	
M_1	17,3	11,8	14,2	16,9	12,1	14,2
Pd^3				15,5	13,7	
Pd^4				15,0	15,5	
M^1	17,0	18,5	15,0	17,5	18,5	15,0

Skelett

Humerus, dist. Breite	40,5 mm
Ulna, Gelenk prox. Breite	21,2 mm
Radius, dist. Breite	39,8 mm
Tiefe	24,5 mm
Tibia, prox. Breite	60,2 mm
Calcaneus, Breite	27,3 mm
Astragalus, Länge	48,2 mm
Malleolare, Tiefe	21,0 mm
Höhe	18,2 mm
Centrotarsale, Breite	36,2 mm
Tiefe	30,5 mm

Von einem mittelgroßen Hirsch liegen zahlreiche Knochenfragmente und einige Zähne vor. Die Zähne lassen sich unschwer zu einem einzigen Gebiß zusammenfügen. Ebenso gehören die Skelettelemente augenscheinlich nur einem Individuum an, da kein Knochen einer Seite doppelt belegt ist und alle ein ähnliches und zwar recht junges individuelles Alter widerspiegeln. Das Gebiß besteht noch aus den Milchzähnen, die ersten Molaren zeigen gerade die ersten Abkaufacetten. Die Epiphysenfugen sind noch weitgehend offen und die Kompakta an den Gelenken ist noch so dünn, daß gerade diese besonders schlecht erhalten sind. Die Altersansprache für einen rezenten Rothirsch (*Cervus elaphus* L.) würde bei diesem Stand der Gebißentwicklung etwa auf den 10. oder 11. Lebensmonat lauten. Bei männlichen Tieren wird in diesem Alter gerade das erste Geweih geschoben, deswegen ist aus dem Fehlen von Geweihresten im Fundgut nicht auf das Geschlecht zu schließen. Becken oder Metapodien, nach denen eine Geschlechtsbestimmung möglich sein sollte, liegen nicht vor.

Das Fehlen von Geweihresten erschwert die Bestimmung, da die mittelgroßen Hirsche des Villafranchiums — und diese muß man wegen des gemeinsamen Vorkommens mit *Hypolagus* in Betracht ziehen — vornehmlich nach dem Geweih unterschieden werden, während im Gebiß nur Größenvergleiche eine Bestimmung ermöglichen. Glücklicherweise sind die Cerviden des Villafranchiums von Heintz 1970 neu bearbeitet worden. Diese Arbeit enthält viele detaillierte Maßangaben und ermöglicht so einen Größenvergleich. Die Milchzähne (Abb. 5 und 6) entsprechen in ihrer Morphologie ganz denen der mittelgroßen Cerviden des Villafranchiums, wie sie Heintz beschreibt und abbildet. Nur an den beiden M^1 tritt eine Besonderheit auf. Auf der Lingualseite des Zahnes tritt neben der regelmäßigen Protoconfalte, die hier auffallend schwach ausgebildet ist, ein zusätzliches Element auf (Abb. 7). Dieses gliedert sich mesial der Protoconfalte jedoch vom gegenüberliegenden Hypocon ab. Allerdings setzt es nicht bereits an der Oberkante an, die bei den vorliegenden Zähnen noch nicht angekaut ist, sondern erst etwas tiefer. Diese Zusatzfalte ist deutlich kräftiger als die reduzierte Protoconfalte und kompensiert so deren Abschwächung. Ein Entocon ist in der üblichen Form ausgebildet. Obwohl diese Zusatzfalte am Hypocon an beiden M^1 ausgebildet ist, handelt es sich dennoch um eine individuelle Besonderheit ohne taxonomische Relevanz, denn sie hat keinerlei Entsprechung im allgemeinen Bauplan der Oberen Molaren von Cerviden.

Für die artliche Zuordnung sind die Zahnmaße entscheidend. Danach ist *Croizetoceros ramosus* (Croizet & Jobert 1828) deutlich kleiner als das vorliegende

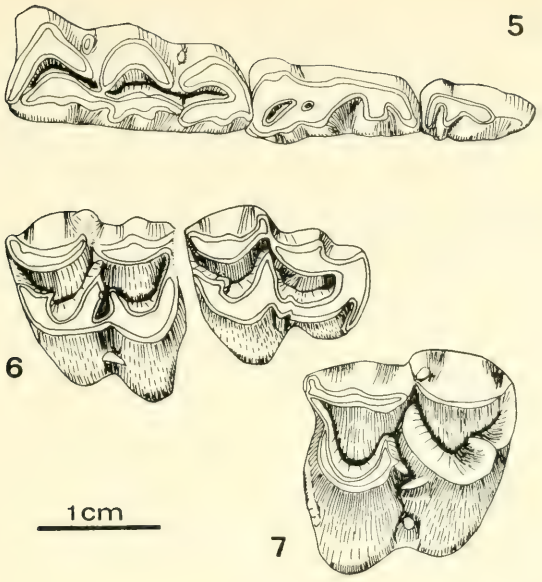


Abb. 5—7: *Cervus philisi* Schaub, Solnhofen 5, Villafranchium. BSM 1971 V 22.
5: Milchzähne des linken Unterkiefers (Dp_2—Dp_4).
6: Milchzähne des linken Oberkiefers (Dp^3—Dp^4).
7: erster Molar des rechten Oberkiefers mit zusätzlicher Ausfaltung am Hypocon.

Material. Größenmäßig kommt nur ein Vertreter der Gruppe *Cervus pardinensis-philisi-perolensis* in Betracht, da die übrigen Cerviden wesentlich größer sind. Aus der genannten Gruppe scheidet die älteste Form *Cervus pardinensis* (Croizet & Jobert 1828) aus, da das für diese Art typische Innencingulum an den oberen Molaren bei dem vorliegenden Material völlig fehlt. Alle gewonnenen Abmessungen liegen im Variationsbereich von *Cervus philisi* Schaub 1941 aus Senèze und St. Vallier und liegen etwas über denen von *Cervus perolensis* Azarolli 1952, wie sie Heintz aus Peyrolles angibt.

Auch die postcranialen Skelettelemente des vorliegenden Individuums stimmen morphologisch und metrisch mit Exemplaren aus Senèze und St. Vallier überein, mit denen sie im Naturhistorischen Museum in Basel verglichen werden konnten[2]). Heintz 1970, 165 unterscheidet bei *Cervus philisi* zwei Unterarten: eine ältere *C. ph. valliensis* aus St. Vallier und die etwas größere und jüngere *C. ph. philisi* aus Senèze. Es ist unmöglich zu entscheiden, welcher der beiden Unterarten das Individuum aus Solnhofen 5 zuzuordnen ist, da es im Überschneidungsbereich beider Unterarten liegt.

---

[2]) Herrn Dr. J. Hürzeler und Herrn Dr. B. Engesser sei für diese Möglichkeit hier nochmals gedankt.

Ungewöhnlich für Spaltenfüllungen ist der Fund eines nahezu vollständigen Skelettes. Von *Cervus philisi* sind Knochen aller vier Extremitäten, verschiedene Wirbel und beide Unterkiefer erhalten, also alle widerstandsfähigeren Teile. Während in den meisten Spaltenfüllungen Anzeichen für Verlagerungen und eine Transportsonderung der Knochengrößen zu beobachten ist, kann in diesem Fall kein großer Transport erfolgt sein, da so viele Reste eines Skelettes auf einem so engen Raum gefunden wurden. Der Hirschkadaver kann nicht lange an der Oberfläche ungeschützt gelegen haben, sonst wäre er von Raubtieren auseinandergezerrt worden, was besonders häufig zum Fehlen einzelner Extremitäten im Fundbericht führt. Es bleibt anzunehmen, daß der Hirsch in eine offene Karstspalte gestürzt ist, die immerhin so tief war, daß Raubtiere diese Stelle nicht mehr erreichen konnten. Größere Umlagerungen hat das Skelett nicht mehr erfahren. Demnach handelt es sich bei dieser Fauna möglicherweise um die Grabgemeinschaft einer Tierfalle.

Die Altersbestimmung der Fauna von Solnhofen 5 wird dadurch erschwert, daß keine Kleinfauna geborgen wurde. So können nicht die zu erwartenden *Mimomys*-Formen Altersindizien liefern, sondern nur die wenigen belegten Taxa größerer Säuger. Dabei können wie bereits erwähnt (s. S. 43) von *Meles* sp. keine näheren Hinweise zur Alterseingrenzung erwartet werden. Der Nachweis von Petauristinae indet. kann stratigraphisch nicht ausgewertet werden, da Flughörnchenfunde bisher noch zu den großen Seltenheiten gehören und ihre Verbreitung dadurch noch ungenügend bekannt ist. *Hypolagus* grenzt das Alter der Fauna bereits erheblich ein. Diese Art tritt im Oberpliozän auf, ist im Villafranchium sehr häufig anzutreffen und verschwindet im Altpleistozän wieder. Da bei den vorliegenden Funden nur zwei Individuen belegt sind, können keine größenstatistischen Vergleiche mit den polnischen Fundstellen durchgeführt werden, die stratigraphische Schlüsse erlauben würden. Der Nachweis von *Cervus philisi* engt die mögliche Altersstellung aber weiter ein. Diese Art ist nach Heintz 1970, 288 im mittleren und oberen Villafranchium vertreten, für die die Fundstellen St. Vallier und Senèze representativ sind. Bei den reichen Funden dieser Lokalitäten konnte Heintz 1970 eine phylogenetische Größenzunahm zwischen dem älteren St. Vallier und dem jüngeren Senèze feststellen, die er im Unterart-Niveau trennt. Auch hier ist ein größenstatistischer Vergleich sinnlos, da zu dem einen jugendlichen Exemplar aus Solnhofen 5 in beiden Populationen größenmäßig entsprechende Individuen zu finden sind. Da aus der Fauna keine weiteren Indizien zu gewinnen sind, kann die Alterseinstufung nicht genauer als mittleres oder oberes Villafranchium erfolgen. Diese Begriffe werden hier im Sinne von Heintz 1970 und Tobien 1970 verwendet.

Abschließend soll noch die Frage nach der relativen Zeitstellung zu den wenigen anderen Fundstellen des Ältestpleistozäns im Süddeutschen Raum betrachtet werden. Die spärliche Fauna aus der Moggaster-Höhle in der Fränkischen Alb, die Heller bereits 1930 publizierte, dürfte nach der belegten *Mimomys*-Form *(Mimomys franconicus)* erheblich älter sein. Fejfar 1964, 104 ordnet diese Art zur *Mimomys*-Gruppe I, die die primitiven Formen der Gattung umfaßt, deren Zeitstellung im Csarnótanum einzureihen ist (Fejfar 1964), das im Bereich der Pliozän-Pleistozän-Grenze oder im oberen Pliozän eingeordnet wird (Fejfar 1964, Tobien 1970). Die Faunen von Schernfeld (Dehm 1962, Heller 1967) und Deinsdorf (Heller 1963) besitzen im Gegensatz zur Moggaster Höhle die evoluierten Formen der *Mimomys*-Gruppe II (Fejfar 1964). Während aus Deinsdorf nur Kleinsäuger vorhanden sind, die ja gerade in Solnhofen 5 fehlen, sind die stratigraphisch wichtigen Arten *Hypo-*

lagus brachygnathus und *Cervus philisi* ebenfalls in Schernfeld belegt. Schernfeld wird von Heller 1967, 203 in das obere Villafrancium gestellt und läßt sich mit Kazielnia in Polen (Kowalski 1958) vergleichen. Sehr ähnlich ist die Fauna Erpfingen 2, die villafranchische Fauna aus dem alten Eingang der Karlshöhle, die Lehmann 1957, 88 zeitlich mit Senèze korrelieren kann. Trotz der geringen Anzahl von Fundstellen läßt diese relative Häufung von Faunen im oberen Villafranchium eine intensive Verkarstungsphase in dieser Zeit vermuten, der auch die Hohlform für die Faunenfundstelle Solnhofen 5 zu verdanken wäre. Etwas jünger ist die Fauna von Weißenburg 7, die vor allem eine reiche Gastropodenfauna geliefert hat (Dehm 1971), während die spärliche Säugerfauna nur als Datierungshilfe eine gewisse Bedeutung hat (v. Koenigswald 1971). Sie enthält mit einem Vertreter der Gattung *Microtus* schon ein typisch biharisches Element und gehört damit nicht mehr zu den villafranchischen Faunen, sondern in das Biharium, wenn auch hier in eine frühe Phase.

Zusammenfassend steht damit die Fauna von Solnhofen 5 nicht isoliert, sondern gehört zeitlich etwa zu den Faunen von Schernfeld und Deinsdorf und ist ein weiterer Beleg für eine postulierte Phase intensiverer Verkarstung in der zweiten Hälfte des Villafranchiums.

Literatur

Dehm, R.: Altpleistocäne Säuger von Schernfeld bei Eichstätt in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **2**, 17—61, 7 Abb., 4 Taf., München 1962.

Dehm, R.: Eine altpleistozäne Spaltenfüllung von Weißenburg in Bayern und ihre Molluskenfauna. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **11**, 77—85, 1 Taf., München 1972.

Dehm, R. & Fahlbusch, V.: Zur Bezeichnung fossilführender Spaltenfüllungen. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **10**, 351—364, München 1970.

Heintz, E.: Les Cervidés Villafranchiens de France et d'Espagne. — Mem. Mus. Nat. N. S. C **22**, Paris 1970.

Heller, F.: Jüngstpleistocäne Knochenfunde in der Moggaster Höhle (fränk. Schweiz). — Zentrbl. Min. etc. B **1930**, 154—159, Stuttgart 1930.

Heller, F.: Eine neue altquartäre Wirbeltierfauna von Erpfingen (Schwäbische Alb). — Neues Jb. Geol. u. Paläont. Abh. **107**, 1—102, 75 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1958.

Heller, F.: Eine altquartäre Wirbeltierfauna des unteren Cromerium aus der nördlichen Frankenalb. — N. Jb. Geol. Paläont. **118**, Abh. 1—20, 20 Abb., Stuttgart 1963.

Koenigswald, W. v.: Die altpleistozäne Wirbeltierfauna aus der Spaltenfüllung Weißenburg 7 (Bayern). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **11**, 117—122, 2 Abb., München 1971.

Koenigswald, W. v.: Husarenhof 4, eine alt- bis mittelpleistozäne Kleinsäugerfauna aus Württemberg mit *Petauria*. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **143**, Druck 23—28, 10 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1973.

Kowalski, K.: An early pleistocene Fauna of small mammals from the Kadzielnia Hill in Kielce (Poland). — Acta Palaeont. Polonica **3**, 1—47, 24 Abb. Krakau 1958.

Kretzoi, M.: Die altpleistozäne Wirbeltierfauna des Villanyer Gebirges. — Geol. Hung. Ser. Palaeont. **27**, 1—264, 4 Abb., Budapest 1956.

Kretzoi, M.: Die Nager und Lagomorphen von Voigtstedt in Thüringen und ihre chronologische Aussage. — Pal. Abh. A II 2/3, 585—661, 2 Abb., 2 Taf. Berlin 1965.

Mein, P.: Les Sciuroptères néogenes d'Europe occidental. — Geobios. Vol. 333, 7—77, 85 Abb., Lyon 1970.

Sulimski, A.: Pliocene Lagomorpha and Rodentia from Węże 1 (Poland). — Acta Palaeont. Polonica **9**, 2, 149—261, 24 Abb., 16 Taf., Warschau 1964.

Sych, L.: Fossil Leporidae from the Pliocene and Pleistocene of Poland. — Acta zool. cracov. **10**, 1—88, Krakau 1965.

Tobien, H.: Biostratigraphy of the mammalian faunas at the pliocene-pleistocene boundary in middle and western Europe. — Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **8**, 77—93, Amsterdam 1970.

Viret, J.: *Meles thorali* n. sp. du loess villafranchien de Saint-Vallier (Drôme). — Eclogae Geol. Helvet. **43**, 274—287, 6 Abb., Basel 1950.

Viret, J.: Le loess a bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiennes. — Nouv. Arch. Mus. hist. Natur. Lyon **4**, 200 S., 43 Abb., Lyon 1954.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 49—58 | München, 15. 12. 1974

Die Konifere *Brachyphyllum nepos* Saporta aus den Solnhofener Plattenkalken (unteres Untertithon), ein Halophyt

Von Walter Jung[1])

Mit 3 Abbildungen und Tafel 3—4

Zusammenfassung

Neu gefundenes Fossilmaterial der Konifere *Brachyphyllum nepos* Saporta aus den Solnhofener Plattenkalken gibt Hinweise darauf, daß diese Pflanze ein niedriger Baum oder ein Strauch mit xylemarmen sukkulenten Ästen war. Die einfachste Erklärung für diese bei einer Konifere ungewöhnliche Erscheinung ist die, daß *Brachyphyllum nepos* als Halophyt im Strandbereich lebte.

Summary

Three specimens of *Brachyphyllum nepos* Saporta collected recently in the Solnhofen lithographic limestones (Early Lower Tithonian) demonstrate, that this conifer was not a high tree, but a small one or a shrub with apparently succulent twigs and little developed xylem. This species, therefore, can be considered as a halophyt of the coast.

Seit Jahrzehnten hat die Flora der berühmten süddeutschen Plattenkalke keinen Bearbeiter mehr gefunden. Die letzte Publikation speziellen Inhalts über pflanzliche Großreste war von Kräusel einigen, später in den Kriegswirren verlorengegangenen Ginkgophyten-Resten gewidmet. Seither hat zwar die stratigraphische, paläozoologische, palökologische und sedimentologische Erforschung des Oberen Juras Süddeutschlands enorme Fortschritte gemacht. Soweit in den Publikationen jedoch pflanzliche Reste überhaupt erwähnt werden, wie in den Arbeiten von Barthel, Flügel & Franz, Janicke, Mayr, Schairer, Schnittmann und Stürmer, handelt es sich fast immer um thallophytische Reste, fast stets aus dem Forschungsbereich der Mikropaläontologie. Ganz selten sind Landpflanzen-Reste berücksichtigt, und dann nur am Rande, wie in den Arbeiten von Janicke und Schnittmann.

Die Gründe für diese auffällige Vernachlässigung botanischer Fossilien mögen

[1]) Prof. Dr. W. Jung, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

verschiedener Art sein. Zum ersten sind derartige Reste — sieht man von den zwei bis drei reicheren Fundstellen ab — außerordentlich selten. Zweitens erfreuen sich in der Gegenwart Stücke aus den Solnhofener Plattenkalken einer solch großen Beliebtheit, daß man selbst an wissenschaftlich wertvollere Stücke kaum herankommen und sie für eine öffentliche Sammlung selten erwerben kann. Gerade der zuletzt erwähnte Umstand fällt schwer ins Gewicht, weil die von früheren Autoren gerühmte, reichhaltige Sammlung pflanzlicher Reste aus Solnhofen in der paläontologischen Sammlung des Bayerischen Staates während des zweiten Weltkrieges größtenteils vernichtet wurde. Deshalb muß ein Bearbeiter seine Kenntnis über die Originale zu den Arbeiten von Sternberg, Münster, Unger, Schenk und Saporta jetzt fast allein aus der Literatur beziehen. Zuletzt soll nicht verschwiegen werden, daß Taxonomie und Nomenklatur gerade der in den Plattenkalken noch einigermaßen häufig gefundenen Koniferen abschreckend unübersichtlich sind und in dieser Hinsicht ohne Neufunde fertiler Reste oder Vorliegen größeren Materials Fortschritte nur schwer vorstellbar erscheinen. Erfreulicherweise konnten aber in letzter Zeit Zapfen-Neufunde gemacht werden, welche wenigstens die Klärung systematischer Fragen in den Bereich der Möglichkeit rücken (Jung, ferner unpubliziertes Material in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie).

Gilt diese soeben gemachte, recht negative Aussage schon für Systematik und Morphologie-Anatomie, gemeinhin die klassischen Gebiete paläontologischer Forschung, so gilt sie erst recht für die Biocönologie und Palökologie auf botanischer Grundlage. Im allgemeinen wurden von den früheren Autoren dazu nur recht verschwommene Vorstellungen geäußert entsprechend dem geringen Kenntnisstand.

Walther entwirft an einer Stelle (S. 207) das Bild von „dichten Beständen" aus Zypressen, Ginkgogewächsen und Baumfarnen, denen sich schilfartige Röhrichte zugesellen sollten. An anderer Stelle (S. 141) denkt der gleiche Autor an Pflanzen „die vielleicht nach Art der Mangrove in das Seichtwasser hinauswuchsen". Ähnliche Verhältnisse scheint Abel (S. 545/546) vor Augen gehabt zu haben, wenn er von Schilfdickichten schreibt und Araukarienbestände erwähnt, welche „das Landschaftsbild entscheidend beeinflußt haben". Freilich gesteht er gleichzeitig ein, daß man sich einstweilen „nur eine sehr ungenügende Vorstellung von dem Florenbilde" machen könne und man sich hüten müsse, den Strand des Malm-Meeres als von reichem Leben erfüllt anzunehmen. Am ausführlichsten geht wohl Mutschler auf die Vegetationsverhältnisse am Rande der Plattenkalk-Lagunen ein. Folgte man seiner Auffassung, hätte man sich „im Landinnern" Nadelwälder vorzustellen und an den Flußufern und Meeresküsten Sümpfe aus Zykadeen, Farnen und Schilf. Für spätere Ausführungen hier ist interessant seine Bemerkung, daß der größte Teil der Pflanzenreste „stark allochthon" sein müsse, weil nicht erklärlich sei, „wie auf den Korallenriffen oder ganz an der Küste solche Wälder bildende Bäume gewachsen sein sollen". Die Tatsache, daß an den Koniferen der Plattenkalke gewisse xeromorphe Merkmale (Stoma-Papillen, Blattflächen-Reduktion, Kutikularverdickung) ausgebildet sind, hat Mutschler wohl bei seinen Überlegungen beeinflußt.

Auf obigen Anschauungen fußen denn auch moderne bildliche Darstellungen der Oberjura-Landschaft. Bei Augusta & Burian flattert z. B. der *Archaeopteryx* durch „Zykas- und Araukarien-Haine", bei Rietschel springt der *Compsognathus* durch eine Parklandschaft. In Wirklichkeit und in der Tat sind wir aber noch weit davon entfernt, uns ein paläobotanisch gesichertes Bild von der Vegetation am Ran-

de des Oberjura-Meeres machen zu können. Es fehlt nicht ohne Grund der Weißjura in den „Vegetationsbildern" von MÄGDEFRAU und in dessen „Paläobiologie".

Einige bemerkenswerte Funde der letzten Zeit erlauben es nun, zu dem gerade angesprochenen Fragenkomplex ein weiteres Mosaiksteinchen beizutragen. Es han-

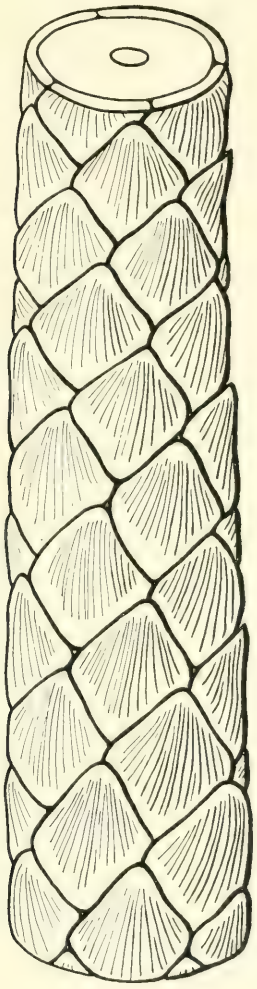


Abb. 1: Rekonstruktion eines Zweigstückes von *Brachyphyllum nepos* SAPORTA (in Anlehnung an Stück 1974 I 58, vergl. Taf. 3, links); ungefähr ×3
(Zeichnung: H. THIELE)

delt sich um drei Pflanzenreste, zwei aus der Umgebung von Mörnsheim und ein Stück von der bekannten Fundstelle Daiting[2]).

Das interessanteste Stück, welches auch zuerst in die Hände des Autors gelangte, stellt einen 10,5 cm langen und maximal 1 cm breiten, mit rhombischen, längsgestreiften Schuppen in $^3/_8$ Stellung dicht besetzten Zweigrest (Taf. 3 u. Abb. 1) dar, der, MUTSCHLER folgend, hier als *Brachyphyllum nepos* SAPORTA bezeichnet werden mag. Ausdrücklich vermerkt sei aber, daß dieser Name keinesfalls den geltenden Nomenklaturregeln entspricht, sondern eine überflüssige Namengebung SAPORTAS darstellt. Am oberen, leicht abgeknickten Ende des Zweigstückes erkennt man einen bandförmigen, nur 1,5 mm breiten Fortsatz, der sofort auffällt und zu den weiteren Überlegungen erst Veranlassung gab. Dieses bandförmige Anhängsel muß direkt aus der Mitte des Zweiges kommen. Nicht nur seine Lage, genau in der Fortsetzung der medianen Längsachse, läßt einen derartigen Schluß zu, sondern auch der Umstand, daß dieser Fortsatz um den Bruchteil eines Millimeters gegenüber dem Abdruck der Zweigoberfläche erhöht liegt. Daraus folgt, der Fortsatz muß der Abdruck einer Gewebepartie im Inneren des Zweiges sein. Seine Längsstrukturierung läßt erkennen, daß nur der Zentralzylinder, wegen seiner besseren Erhaltungsfähigkeit wohl speziell das Xylem, in Frage kommt. Es gibt keine Anzeichen, daß es sich dabei nur um einen Xylemfetzen handelt. Vielmehr ist der bandförmige Abdruck scharf begrenzt, und in seiner gesamten Länge gleichmäßig breit. Daher kann man annehmen, den Abdruck des gesamten Xylemzylinders vor sich zu haben. Dann freilich ist der anatomische Bau für eine Konifere recht ungewöhnlich. Nimmt doch das Xylemband nur ca. $^1/_5$ bis $^1/_6$ des gesamten Achsendurchmessers ein, ganz im Gegensatz zu einem rezenten Koniferenzweig. Die restlichen Partien des Zweiges müssen also auf die umgebende Rinde, sei sie primärer oder sekundärer Art gewesen, entfallen sein.

Man fragt sich, wo sonst im Pflanzenreich ein Achsenbau wie der geschilderte bekannt ist. Und es gibt fossile und rezente Beispiele. So beschreibt ganz ähnliche Verhältnisse MÄGDEFRAU (1931, S. 124 ff.) von der Stammanatomie der untertriassischen Gattung *Pleuromeia*. Der gleiche Autor erkennt bereits die grundsätzliche Überein-

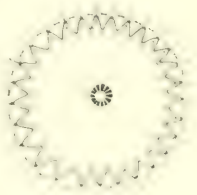


Abb. 2: Schematischer Querschnitt durch die Achse der Kaktee *Ferocactus wislizenii;* nach WALTER, Abb. 269 (verändert)

[2]) Zu Dank bin ich verpflichtet:
dem Schüler K.-H. KIRSCH (Oberhaching), der sein selbst gesammeltes Fossilstück aus Daiting samt Gegendruck der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zum Geschenk machte;
dem Schüler K. B. CECH (München), welcher seinen Fossilrest der genannten Sammlung im Tausch überließ;
Herrn A. NIEDERMEIER (München), der sein Material bereitwilligst für die wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung stellte.

stimmung mit der Anatomie rezenter Stammsukkulenten. Auch in unserem Falle ist somit an einen Vergleich mit der genannten ökologischen Pflanzengruppe zu denken. Der schematische Querschnitt durch eine Kakteenachse (Abb. 2) demonstriert dies aufs beste. Noch eine weitergehende Übereinstimmung mit der Buntsandsteinpflanze drängt sich auf: Während MÄGDEFRAU (1968, S. 269) es nur andeutet, konstatiert WEYLAND (S. 172) kurz und bündig: „Wahrscheinlich ist *P.* (= *Pleuromeia;* Verf.) ein Halophyt". Ein wiederholt gebrauchtes Argument für diese Annahme ist die Beobachtung, daß mehrfach *Pleuromeia*-Reste inmitten mariner Sedimente gefunden wurden. Genau dies gilt ja im Falle der Oberjura-Plattenkalke in ganz besonderem Maße. Da eine nähere Verwandtschaft zwischen *Pleuromeia* und *Brachyphyllum nepos* ausgeschlossen ist, ist die Folgerung naheliegend, die gleiche anatomische Ausstattung gehe auf die nämlichen ökologischen Anforderungen zurück — mit anderen Worten — auch *Brachyphyllum nepos* sei ein Halophyt. Naturgemäß läßt sich nicht überprüfen, wie eng die physiologische Bindung an den Salzgehalt des Standortes war, ob also unsere Konifere als fakultativer oder als obligater Halophyt lebte.

Ein Kritiker dieser Halophyten-Hypothese kann darauf verweisen, daß auch die baumförmigen Lepidophyten des späten Paläozoikums eine nur schwache Ausbildung des Holzteils besaßen, ohne daß man nun daraus gleich einen Hinweis auf halophytische Lebensweise ableitet. Diesem Einwand kann jedoch entgegen gehalten werden, daß anders wie bei den Koniferen der xylemarme Stammtypus bei den Lycophyten ein allgemeines taxonomisches Merkmal darstellt. Auch ist der stammesgeschichtliche Aspekt zu berücksichtigen. Zur Lepidophyten-Zeit wurden von den verschiedensten Pflanzengruppen ganz verschiedene Stammtypen gleichsam „ausprobiert". Darunter war der xylemarme „Rindenstamm" der Lycophyten nur sehr kurzlebig. Dagegen hatten innerhalb der Koniferen schon die jungpaläozoischen Lebachiaceen den modernen „Holzstamm" übernommen, der ja bereits im mittleren Devon auftritt. Wenn bei den Koniferen nun uns plötzlich im Malm ein xylemarmer Achsentypus begegnet, sollte dafür ein ökologischer Grund verantwortlich sein.

Im übrigen widersprechen alle bisher beobachteten Einzelheiten der geäußerten Ansicht nicht: Der Plattenkalk ist ein marines Sediment. Es gibt sogar Autoren, die ihn als in stark „übersalzenen" Wannen entstanden ansehen (BARTHEL 1964). Daß zusätzlich auch in der Blattanatomie xeromorphe Merkmale ausgebildet sind, ist ebenfalls ohne weiteres plausibel. Weiters brachte die gute Erhaltung vieler Koniferenzweige schon SALFELD (S. 192) zu der Ansicht, es dürfe bezüglich der am häufigsten in den Plattenkalken auftretenden Koniferen, der Arten aus den Gattungen *Brachyphyllum* und *Palaeocyparis,* nicht an „einen weiten Transport nach den heutigen Fundplätzen" gedacht werden (vergl. hierzu auch neuerdings v. FREYBERG, S. 31). Die gemutmaßte Stammsukkulenz ist zudem eine Erklärung für den starren Habitus gerade älterer Zweige, der besonders bei SAPORTA auf den Tafeln deutlich zum Ausdruck kommt. Auch MUTSCHLER (S. 39) meint ja, daß die Zweige von *Brachyphyllum nepos* im lebenden Zustand wohl zylindrisch und sehr fest gewesen sein müßten. Erwähnt sei an dieser Stelle auch, daß bei einigen rezenten Koniferen die sekundäre Rinde recht vielgestaltig und wandlungsfähig ist, daß z. B. bei Cupressaceen in ihr Parenchym auftritt, das SINZ (S. 47) als Wasserspeichergewebe interpretiert.

Die geringe Dicke des Holzzylinders, das darin zum Ausdruck kommende Fehlen eines nennenswerten Sekundärzuwachses am Holz, hat aber weitere Konsequen-

zen. Denn bei einer solchen Anatomie ist nicht zu erwarten, daß sehr hohe Stämme aufgebaut werden konnten. Es gilt dies bekanntlich auch für *Pleuromeia*. Man dürfte also der Wahrheit nahe kommen, wenn man in *Brachyphyllum nepos* (auch *Palaeocyparis princeps* SAPORTA?) niedrige Bäume oder überhaupt strauchförmige Gewächse sieht; eine Wuchsform, die unter den Koniferen der Gegenwart interessanterweise bei den Cupressaceen nicht gerade selten ist. Es ist bemerkenswert, daß in der einzigen mir bekannten Rekonstruktion der Malmkonifere *Palaeocyparis* BERTRAND diese als einen verhältnismäßig niedrigen, buschigen Baum darstellt. Ich möchte hier — wie erwähnt — sogar weitergehen und *Brachyphyllum nepos* als eine Pflanze mit Strauch-Habitus bezeichnen (vergl. Rekonstruktion, Abb. 3). Es wäre dies die einfachste Erklärung für die schon von früheren Autoren registrierte Beobachtung (SALFELD S. 198, WALTER S. 183), daß Baumstämme und größere Äste in den Plattenkalken nicht zu finden sind. Auch aus meiner Kenntnis heraus läßt sich dies bestätigen. Die stärksten, mir bekanntgewordenen Holzreste sind Zweige von ungefähr $^1/_2$ m Länge bei einer Dicke von 3 bis 4 cm.

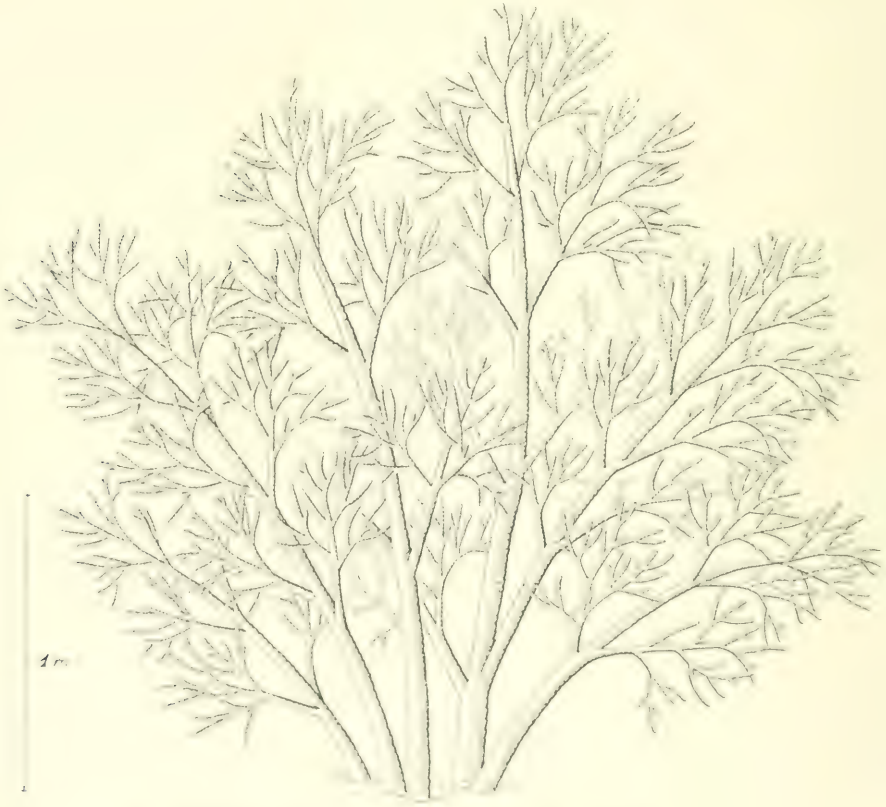


Abb. 3: Habitus-Rekonstruktion von *Brachyphyllum nepos* SAPORTA (Zeichnung: H. THIELE)

Ein zweiter, auch im Gegendruck vorliegender, 20 cm langer Zweigrest aus Daiting, der mir von einem Privatsammler zunächst zur Bestimmung übergeben wurde, ergänzt die gemachten Beobachtungen. Es handelt sich um ein monopodiales Zweigsystem, dessen Hauptachse allein die schuppige Beblätterung und damit die Koniferenverwandtschaft des Fossils erkennen läßt (Taf. 3). Die Seitenachsen dagegen sind mehr oder weniger entrindet. Auch bei diesem Stück fällt die geringe Mächtigkeit des Leitzylinders auf, besonders deutlich an den basalen Astabgängen. Dies steht mit der oben geäußerten Vermutung im Einklang, daß das Dickerwerden der Äste durch die Mächtigkeitszunahme der peripheren Rindengewebe erfolgt ist, die Sukkulenz also vor allem bei älteren Ästen ausgeprägt war. Dieses Mitwachsen der Rinde ist auch an der Größenzunahme der Blattrhomben abzulesen (vergl. Taf. 3 mit Taf. 4). Ein zweites fällt an diesem Fossilrest auf: Die untersten Schuppenblätter haben Rautengestalt, die oberen Blätter dagegen sind zungenförmig verlängert und an der Spitze mit einem tiefen Eindruck versehen, den man bekanntlich einer apikalen Harzdrüse zuschreibt. Nach diesem Merkmal könnte man an eine Zugehörigkeit zur Gattung *Palaeocyparis* denken. Die nähere Betrachtung lehrt aber, daß die Schuppen nicht dekussiert stehen, sondern in einer Phyllotaxis von $^3/_8$ bis $^5/_{13}$.

Von selbst fast stellt sich die Frage, ob in der älteren Literatur denn nichts Derartiges schon beschrieben oder abgebildet wurde. Ein stärkerer Ast, wie er hier anfangs aus der Mörnsheimer Gegend beschrieben wurde, dürfte in teilweise entrindetem Zustand in der Tat noch nicht beschrieben worden sein. Dagegen sind Stücke nach Art unseres Restes aus Daiting wohlbekannt. Sternberg (Taf. 26, Fig. 1; Taf. 29, Fig. 2) und Unger (Taf. 7) geben Darstellungen solcher Zweige. Vor allem auch der *Caulerpites ocreatus* Stbg. (Taf. 29, Fig. 2) ist sehr instruktiv, weil er z. T. noch die typischen Schuppenblättchen erkennen läßt. Erst Schenk (1864, S. 305), scheint aber das Phänomen richtig gedeutet zu haben, obwohl Unger (1852) als erster bereits die Koniferennatur vieler Caulerpiten festgestellt hatte. Das weiter oben beschriebene Mißverhältnis zwischen Leitgewebe und Achsendurchmesser muß diesen Autoren aber entgangen oder jedenfalls nicht besonders aufgefallen sein. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß erst bei älteren Ästen das sekundäre Rindenwachstum einsetzt, und solch ältere Aststücke im teilweise entrindeten Zustand eben offensichtlich früheren Autoren nicht vorgelegen haben.

Der dritte hier zu behandelnde *Brachyphyllum*-Rest, wieder aus der Mörnsheimer Gegend, zeichnet sich durch seine Größe aus (Taf. 4). Bei einer Länge von 49 cm beträgt die größte Breite 3,6 cm. Die deutlichen, bis 1,5 cm breiten und 1 cm hohen Blattrhomben sind auffälligstes Merkmal. Hier bietet vor allem die Art der Erhaltung Interessantes. Zwei Drittel des Astdurchmessers entfallen auf einen Kalzitsteinkern. Da diese Füllung nur in einem Hohlraum im Inneren des Zweiges entstanden sein kann, ist die naheliegendste Erklärung die, daß dieser Hohlraum entstanden ist durch die Zersetzung eines — wohl leicht verwesbaren — Gewebes, das nach dem oben dargelegten Beobachtungen das parenchymatische Speichergewebe gewesen sein könnte. Wegen des Fehlens eines nennenswerten Xylemkörpers wäre es verständlich, daß keine Spur des Holzgewebes mehr zu finden ist. Diese kalzitische Ausfüllung ist bei Koniferenästen in den Malm-Plattenkalken gar nicht selten.

Noch weitere ganz verschiedenartige Überlegungen wären im Zusammenhang mit unseren Neufunden anzustellen, denen aber hier nicht zu viel Raum gegeben

werden soll. Interessant z. B. wäre die Frage, gibt es Anzeichen für weitere Halophyten unter den Pflanzen aus den Plattenkalken? In erster Linie hätte man dabei an *Cycadopteris jurensis* (KURR) SCHENK zu denken, von dem seit langem bekannt ist, daß er recht dickliche Fiedern besessen hat (vergl. HIRMER). Ein anderes zu klärendes Problem wäre das der taxonomischen Selbständigkeit der *Palaeocyparis*-Reste. Manche der älteren Autoren machen keinen Unterschied zwischen den spiralig beblätterten und den dekussiert beschuppten Ästen. Ein Kenner etwas umfangreicheren Fossilmaterials muß MUTSCHLER beipflichten, der (S. 36) schreibt: „Eine Unterscheidung von *Athrotaxites, Brachyphyllum, Pachyphyllum* und *Palaeocyparis* ist manchmal schwer". Ich glaube, man wird der oben bei der Beschreibung des Daitinger Astes angesprochenen Heterophyllie in diesem Zusammenhang noch mehr Beachtung schenken müssen. Zunächst jedenfalls scheint mir — solange sicher zuordbare Zapfenreste fehlen — die generische Eigenständigkeit von *Palaeocyparis* keineswegs gesichert.

Wir haben gesehen, daß Beobachtungen und Überlegungen dazu führten, im *Brachyphyllum nepos* einen Halophyt zu sehen. Es wäre nun weiter zu diskutieren das Aussehen der Pflanzengesellschaft insgesamt, welcher unsere Konifere angehörte.

Wie erinnerlich, vergleicht WALTHER (S. 141) die Vegetation der Plattenkalke mit der Mangrove. Mangrove ist aber in der Pflanzengeographie ein Begriff mit definiertem Inhalt. WALTER (S. 167) schreibt dazu: „Die Mangroven können nur dort gedeihen, wo die Wucht des Wellenschlages durch vorgelagerte Korallenriffe oder Inseln gebrochen wird. Sie sind an Standorte gebunden, die periodisch vom Meereswasser überschwemmt werden und vertragen keinen Frost". Kennzeichnendste morphologische Eigenschaften der Mangrove-Pflanzen sind der Besitz von Stelz- und Atemwurzeln ferner die Viviparie. Untersuchen wir daraufhin unsere Malm-Konifere, so muß man zugeben, daß abgesehen von der Achsensukkulenz und der Xeromorphie der Blätter über irgendwelche weiteren ökologischen Anpassungen nichts bekannt ist. Dagegen sind die genannten geomorphologisch-geographischen Voraussetzungen sicher gegeben gewesen. Wir haben Korallenriffe und -inseln als Wellenbrecher, müssen einen wechselnden Wasserstand annehmen (BARTHEL) und haben Beweise für hohe Wärme (BARTHEL, GROISS). Es ist übrigens bei der Frage, ob man die Strandvegetation des Malm-Meeres als Mangrove bezeichnen darf, auch zu bedenken, daß die Begriffe der Gegenwart nicht ohne weiteres auf die Jurazeit übertragen werden können. Während heute nämlich die Mangrove-Vegetation fast nur von Angiospermen gebildet wird, fehlten diese zur Jurazeit ganz, wenigstens in den Ablagerungsgebieten. Die Meeresküste war daher ein Biotop, welches zur Gänze von den anderen systematischen Gruppen in Besitz zu nehmen war. Noch in der Unterkreide war dies ja so (MÄGDEFRAU 1968, S. 430 ff). Es kann dann nicht verwundern, daß diese Gruppen, in unserem speziellen Falle die Koniferen, ähnliche ökologische Anpassungen — hier Achsensukkulenz — entwickelten, selbst wenn in der Gegenwart solche Bautypen in jenen Pflanzengruppen fehlen. Ob diese jurassische Strandvegetation mit dem Begriff „Mangrove" belegt werden soll, sei dahingestellt. Es ist z. B. ja nicht zu klären, ob *Brachyphyllum* eine zeitweise Wasserbedeckung der unteren Abschnitte vertrug, ob also die Pflanzen, mit WALTHER zu sprechen, „in das Seichtwasser hinauswuchsen".

Faßt man die Resultate zusammen, so ergibt sich:

1. Ältere *Brachyphyllum*-Äste aus den Plattenkalken des Malms weisen eine Achsenanatomie auf ähnlich der rezenter Stammsukkulenten.
2. Ihr Dickenwachstum wurde überwiegend oder sogar ausschließlich von Geweben außerhalb des Leitzylinders bestritten.
3. Die Höhe der Brachyphyllen war demnach durch diesen anatomischen Aufbau begrenzt. Es waren Sträucher oder niedrige Bäume.
4. Am zwanglosesten läßt sich die Achsensukkulenz mit einem Standort am Rande der in der Wasserführung wechselnden Lagunen bzw. „Wannen" erklären.
5. *Brachyphyllum nepos* Saporta war also zumindest ein fakultativer Halophyt.

Schrifttum

Abel, O.: Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 2. Aufl., 714 S., Jena 1927.

Augusta, J. & Burian, Z.: Flugsaurier und Urvögel. 104 S., Prag 1961.

Barthel, W.: Zur Entstehung der Solnhofener Plattenkalke (unteres Untertithon). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **4**, S. 37—69, München 1964.

Barthel, W.: Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. — Abh. Bayer. Akad. Wissensch., math.-naturw. Kl., N. F. **142**, S. 1—174, München 1969.

Bertrand, P.: Reconstitutions de Paysages Fossiles (Text posthum von P. Corsin) — Annal. Paléontol. **36**, S. 125—139, Paris 1950.

Flügel, E. & Franz, H.: Elektronenmikroskopischer Nachweis von Coccolithen im Solnhofener Plattenkalk (Ober-Jura). — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh. **127**, S. 245—263, Stuttgart 1967.

Freyberg, B. v.: Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. — Erlanger Geol. Abh. **70**, S. 1—40, Erlangen 1968.

Göppert, R.: Ein Beitrag zur Flora des oberen oder weißen Jura. — Übersicht Arbeiten u. Veränderungen Schles. Ges. vaterländ. Kultur **23**, S. 149, Breslau 1846.

Groiss, J.: Mikropaläontologische Untersuchung der Solnhofener Schichten im Gebiet um Eichstätt (Südliche Frankenalb). — Erlanger Geol. Abh. **66**, S. 75—96, Erlangen 1967.

Hirmer, M.: Zur Kenntnis von *Cycadopteris* Zigno. — Palaeontographica **66**, S. 127—162, Stuttgart 1924.

Janicke, V.: Fossil-Sediment-Strukturen in untertithonischen Plattenkalken der südlichen Frankenalb. 116 S., München 1967 (Dissertation in Photodruck).

Jung, W.: Der zweite Fund von *Athrotaxites lycopodioides* Unger in den Plattenkalken des Fränkischen Jura. — Geol. Bl. NO-Bayern **24**, Erlangen 1974 (im Druck).

Kräusel, R.: *Furcifolium longifolium* (Seward) n. comb., eine Ginkgophyte aus dem Solnhofener Jura. — Senckenbergiana **26**, S. 426—433. Frankfurt/Main 1943.

Mägdefrau, K.: Zur Morphologie und phylogenetischen Bedeutung der fossilen Pflanzengattung *Pleuromeia*. — Beih. botan. Cbl. **48**, Abt. 2., S. 119—140, Dresden 1931.

Mägdefrau, K.: Vegetationsbilder der Vorzeit, 2. Aufl., 22 S., Jena 1952.

Mägdefrau, K.: Paläobiologie der Pflanzen, 4. Aufl., 549 S., Jena 1968.

Münster, G. z.: Über einige neue noch wenig bekannte fossile Pflanzen unter Mitwirkung des Professors Unger in Grätz. — Beitr. Petrefactenk. **5**, S. 103—110, Bayreuth 1842.

Mutschler, O.: Die Gymnospermen des Weißen Jura ζ von Nusplingen. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **16**,, S. 25—50, Stuttgart 1927.

Rietschel, S.: Geschichte der Erde. 94 S., Stuttgart und Zürich 1971.

Rothpletz, A.: Über die Flysch-Fucoiden und einige andere Algen, sowie über liassische Diatomeen führende Hornschwämme. Ztschr. Deutsch. geol. Ges. **48**, S. 854—914, Berlin 1896.

Salfeld, H.: Fossile Land-Pflanzen der Rät- und Juraformation Südwestdeutschlands. — Palaeontographica **54**, S. 163—204, Stuttgart 1907.
Saporta, G. de: Plantes jurassiques III, Coniféres. In: Paléontologie Francaise 2 Sér., 672 S., Paris 1884.
Schairer, G.: Sedimentstrukturen und Fossileinbettung in untertithonischen Kalken von Kelheim in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **8**, S. 291—304, München 1968.
Schairer, G.: Mikrofazielle Untersuchungen in untertithonischen, geschichteten Kalken von Kapfelberg bei Kelheim in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **9**, S. 183—199, München 1969.
Schairer, G.: Mikrofossilien aus Plattenkalken Süddeutschlands. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **11**, S. 33—68, München 1971.
Schenk, A.: Bemerkungen über einige Pflanzen des lithographischen Schiefers. — Würzburger naturw. Zeitschr. **5**, S. 174—177, Würzburg 1846.
Schenk, A.: Beiträge zur Flora der Vorwelt. — Palaeontographica **11**, S. 296—308, Kassel 1863.
Schnittmann, F.: Die Versteinerungen der Steinbrüche im Dolomit des südlichen Frankjuras zwischen Ingolstadt und Neustadt. — Acta Albertina Ratisbonensia **23**, S. 36—40, Regensburg 1960.
Sinz, P.: Bau, Wandlung und Neubildung der sekundären Rinde der Cupressineen. — Botan. Archiv. **8**, S. 40—63, Berlin 1924.
Sternberg, K. v.: Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt I und II. 444 u. VIII S., Leipzig, Regensburg und Prag 1820/1838.
Stürmer, W.: Mikrofossilien in den Mörnsheimer Schichten. — Geol. Bl. NO-Bayern **13**, S. 11—13, Erlangen 1963.
Unger, F.: Einige interessante Pflanzenabdrücke aus der Königl. Petrefactensammlung in München. — Botan. Z. **7**, S. 345—353, Berlin 1849.
Unger, F.: Über einige fossile Pflanzenreste aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen. — Palaeontographica 2, S. 249—255, Kassel 1852.
Unger, F.: Jurassische Pflanzenreste. — Palaeontographica **4**, S. 39—43, Kassel 1854.
Walter, H.: Die Vegetation der Erde I: Die tropischen und subtropischen Zonen. 2. Aufl., 592 S., Stuttgart 1964.
Walther, J.: Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet. — Jenaische Denkschriften **11**, S. 133—214, Jena 1904.
Weyland, H.: Lehrbuch der Paläobotanik. 3. Aufl., 677 S., Berlin 1973.

Tafelerklärungen

Tafel 3

links: *Brachyphyllum nepos* Saporta Zweigrest aus Mörnsheim, an der Spitze bis zum Leitbündelstrang entrindet; 1974 I 58
rechts: dto. Teilweise entrindetes Aststück aus Daiting; 1974 I 84 a

Tafel 4

Brachyphyllum nepos Saporta. Älterer Ast mit Kalzit-Steinkern aus Mörnsheim (Platte und Gegenplatte); in Privatbesitz

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 59—62 | München, 15. 12. 1974

Conites roßmaeßleri MÜNSTER, ein verkannter Pflanzenrest aus den „Hangendschichten" des Oberpfälzer Braunkohlentertiärs

Von WALTER JUNG[1])

Mit 2 Abbildungen im Text

Zusammenfassung

Ein von MÜNSTER im Jahre 1842 als *Conites roßmaeßleri* neu beschriebener Koniferenrest angeblich aus der Kreide von „Senkhof" bei Amberg gehört zu *Glyptostrobus europaeus* (BRGT.) UNGER. Wie schon von GÜMBEL erkannt, stammt das Fossil aber wohl aus dem Jungtertiär der Wackersdorfer Gegend. Durch das Auffinden faziell ganz gleicher Stücke mit Samen und Zweigresten der genannten Konifere in den Hangendschichten des s. g. „Nordfeldes" der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG Schwandorf konnte nun die Angabe GÜMBELS verifiziert, und der Fund näher lokalisiert werden.

Summary

Conites roßmaeßleri MÜNSTER is a synonym of *Glyptostrobus europaeus* (BRGT.) UNGER. Further on MÜNSTER's specimen is not from „Senkhof" near Amberg, but — according to GÜMBEL — from the surroundings of Wackersdorf. Material collected recently in the brown coal area of Wackersdorf proved GÜMBEL's opinion. Now seeds and twigs of *Glyptostrobus* were found in the „Hangendschichten" several meters above the brown coal-layer of the „Northern coalfield".

Im Zusammenhang mit dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsprogramm „Ostbayerische Braunkohle" suchte der Verfasser auch in der Bayerischen Staatssammlung nach pflanzlichen Fossilien aus dem Oberpfälzer Braunkohlentertiär. Es zeigte sich, daß in dieser Sammlung überhaupt nur noch zwei Reste aus alter Zeit erhalten waren. Der eine ist ein kleines, gelblich-weißes verkieseltes Gesteinsstück mit den Abdrücken zweier Magnolien-Samen, welches den 2. Weltkrieg überstand, weil es an die Botanische Staatssammlung ausgeliehen war, der andere Rest ist ein von MÜNSTER (1842, Taf. 3/4 a) verwendetes Ori-

[1]) Prof. Dr. W. JUNG, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

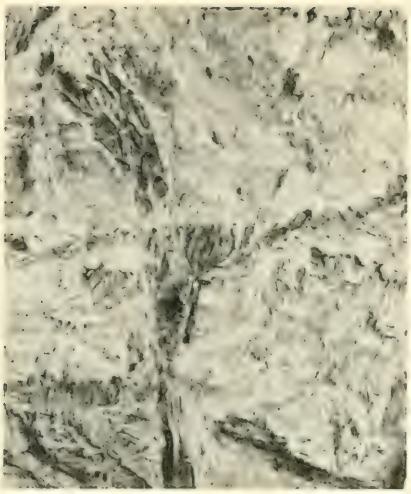


Abb. 1: Original zu MÜNSTER 1842, Taf. III, Fig. 4a (dort seitenverkehrte Darstellung). Die bei MÜNSTER gezeichnete Verbindung der Hauptachse zu dem Zapfenrest ist nicht einwandfrei zu sehen, ebensowenig wie die zu dem unteren Seitenästchen. Bayerische Staatssammlung f. Paläontologie und historische Geologie, Inv. Nr.: AS VII 439. 2:1; daneben: Die Darstellung bei MÜNSTER.

ginal, eine mit Pflanzenresten gespickte Platte gleicher Gesteinsbeschaffenheit (Abb. 1). Es fällt nicht schwer, in den von MÜNSTER seinerzeit als zu einer neuen Koniferen-Art, *Conites roßmaeßleri*, gehörig betrachteten Resten beblätterte Äste und Zapfenschuppen von *Glyptostrobus europaeus* (BRGT.) UNGER zu sehen. Daß Reste dieses später in den Tertiärablagerungen der Oberpfalz wiederholt nachgewiesenen (HOFMANN, ZEIDLER, PETERS, JUNG, KNOBLOCH & KVAČEK) Nadelbaumes schon 1833 von BRONGNIART — allerdings unter dem Genus-Namen *Taxodium* und ohne Abbildung — beschrieben waren, muß MÜNSTER übersehen haben. Die mit dem MÜNSTER'schen Stück zusammenhängenden Corrigenda sind aber noch anderer Art: So gibt MÜNSTER als Fundpunkt „Senkhof bei Amberg" an (S. 106), eine Angabe, die sich auch handschriftlich auf dem Stück vermerkt findet, und rechnet die Fund-Schichten der Kreide zu, was auf der gedruckten Sammlungs-Etikette mit „Cenoman" noch weiter eingeengt ist. Vielleicht war es auch diese falsche Alterseinstufung, die MÜNSTER den Rest zu einer neuen Form stellen ließ. GÜMBEL (S. 792) korrigiert diese in dreifacher Hinsicht unrichtige Angabe. Die Lokalität heiße Benkhof, das Alter sei Tertiär und überhaupt stamme das Stück nicht aus der Umgebung von Amberg, sondern aus „der benachbarten Braunkohlengrube bei Wackersdorf". In seinem Profil (S. 790) dieser Braunkohlengrube berichtigt zwar GÜMBEL nicht ausdrücklich die Determination von MÜNSTER, vermerkt aber ganz präzise unter den Schichten aus dem Hangenden des Flözes eine „bituminöse, quarzige Schicht mit Zweigen von *Glyptostrobus europaeus*" von 0.68 Fuß Mächtigkeit. Da die ersten Braunkohlenabbauversuche zwischen 1800 und 1845 südwestlich der in den 50er Jahren unseres Jahrhunderts abgebrochenen Ortschaft Alt-Wackersdorf vorgenommen wurden (OERTELIUS, SPERBER), lag die Vermutung nahe, die Stücke

könnten aus dem Bereich des „Nordfeldes" stammen, wo solche Verkieselungen ja weiter verbreitet auftreten (Tillmann & Kirschhock, S. 19).

Gelegentlich eines mehrtägigen Besuches in Wackersdorf — zusammen mit Dr. R. Herold und Diplomgeologen J. Gregor — vermochte ich nun im Oktober 1973 die Fundortsangabe und Profilaufnahme Gümbels zu bestätigen: In einem steilen Hanganriß an der Westseite der bereits teilweise aufgefüllten Tagebau-Grube des „Nordfeldes", unmittelbar östlich der Bandstraße zum Grubenabschnitt „Rauberweiherhaus" und damit wenig östlich von Neu-Wackersdorf, konnte ich, mehrere Meter über der Oberflöz-Oberkante — somit in gleicher stratigraphischer Position wie Gümbel — dünne, weißlich-gelbe Platten mit zahlreichen Pflanzabdrücken in kieseliger Matrix auffinden. Die meisten Stücke zeigten nur ein wirres Haufwerk von Pflanzen-Achsen, welche schon wegen der starken Auswitterung nicht weiter ansprechbar waren. Auf einer Platte jedoch waren auf Unter- und Oberseite die charakteristischen, gekrümmten Samen von *Glyptostrobus europaeus* und schlecht erkennbare Nadeltriebe dieser Konifere zu sehen (Abb. 2). Der Verfasser möchte es somit als gesichert betrachten, daß sowohl das Münstersche Stück als auch die obenerwähnten Magnolien-Samen, wenn schon nicht von der gleichen Stelle, so doch ebenfalls aus den hangenden Schichten des „Nordfeldes" stammen. Leider werden Pflanzenreste von Tillmann & Kirschhock, den letzten Bearbeitern der geologischen Verhältnisse im Nordfeld, nicht erwähnt; wohl aber die Fundlagen, wenn sie bei Besprechung der „Hangendschichten" schreiben (S. 19, vorletzter Absatz): In der oberen Hälfte der Schichtfolge liegen zahlreiche Lagen von weißem Quarzit . . . ".

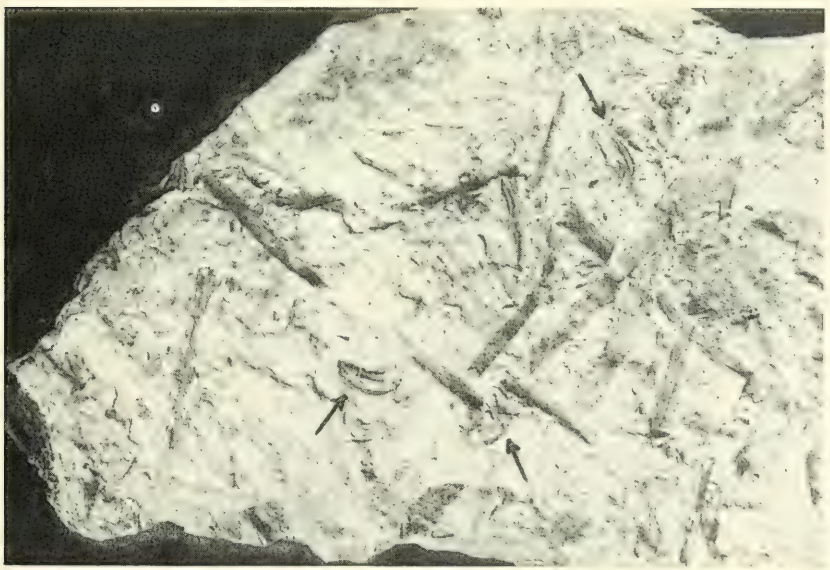


Abb. 2: Samen von *Glyptostrobus europaeus* (Brgt.) Unger (Pfeile!) Wackersdorf, „Nordfeld".
Bayerische Staatssammlung f. Paläontologie und historische Geologie, Inv. Nr.: 1973 I 134. 2:1

Die Bedeutung unserer Funde ist auch darin zu sehen, daß damit erstmals seit Gümbel wieder pflanzliche Makroreste aus den Hangendschichten des Oberpfälzer Braunkohlentertiärs belegt sind, von einer Stelle allerdings, die in absehbarer Zeit nicht mehr zugänglich sein wird.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat der Verfasser für die Zurverfügungstellung von Reisemitteln zu danken, der Werksleitung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG wiederum für tätige und gerne gewährte Hilfe.

Schrifttum

Brongniart, A.: Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'ile d'Iliodroma. — Ann. Sci. nat., 1. sér., **30**, 168—176, Paris 1833.

Gümbel, C. W.: Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges. 968 S., Gotha 1868.

Hofmann, E.: Die Pflanzenwelt. In: Wappenschmitt, I.: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. — Abh. geol. Landesunters. bayer. Oberbergamt **25**, 1—68, München 1936.

Jung, W., Knobloch, E., & Kvaček, Z.: Makrofloristische Untersuchungen im Braunkohlentertiär der Oberpfalz. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **11**, 223—249, München 1971.

Münster, G. Graf zu: Über einige neue noch wenig bekannte fossile Pflanzen, unter Mitwirkung des Professors Unger in Grätz. — Beitr. Petrefacten-Kunde **5**, 103—110, Bayreuth 1842.

Oertelius, F.: Die Braunkohlenindustrie der Oberpfalz. 1906.

Peters, I.: Die Flora der Oberpfälzer Braunkohle und ihre ökologische und stratigraphische Bedeutung. — Palaeontographica, B, **112**, 1—50, Stuttgart 1963.

Sperber, Th.: Mit einem Brunnen fing es an. — Festschrift „50 Jahre Bayerische Braunkohlen-Industrie AG", S. 13—20, Schwandorf 1956.

Tillmann, H., & Kirschhock, E.: Neuere Untersuchungen im Braunkohlen-Tertiär der Oberpfalz. — Geologica bavarica **21**, 1—52, München 1954.

Zeidler, H.: Pflanzenreste aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. — Palaeontographica, B, **83**, 196—211, Stuttgart 1938.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 63—79 | München, 15. 12. 1974

Braunjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen — ein Beitrag zur Landschaftsentwicklung im Vorland der Südlichen Frankenalb (Bayern)

Von Horst Gall, Abdel Hamid Ibrahim und Dieter Müller[1])

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Auf einer Anhöhe SW Weiltingen (NW-Vorries) liegen Reliktschotter eines jüngstpliozänen-ältestpleistozänen Wörnitzlaufes, deren Zusammensetzung auf ein — heute abgetragenes — Einzugsgebiet aus Braunjura-Gesteinen hinweist. Die Schotter können in ihrem Geröllbestand mit altpleistozänen Wörnitz-Geröllsanden SE Aufkirchen verglichen werden, die ebenfalls noch überwiegend Dogger-Komponenten führen, während in den mittelpleistozänen Wörnitz-Ablagerungen der Braunjura-Anteil zugunsten von Keuper und Schwarzem Jura bis zum Verschwinden zurücktritt. Darin spiegelt sich die schrittweise Denudation der Landoberfläche um stellenweise über 150 m bis zum heutigen Niveau wieder.

Wie durch einen Vergleich mit der morphologischen Situation im Obermiozän vor dem Riesereignis ersichtlich ist, sind durch die pliozäne Denudation im N-Vorries vor allem die Sedimente der „postriesischen Plombierung" sowie die Riestrümmermassen entfernt worden, so daß es zu einer Exhumierung der obermiozänen Landoberfläche kam. Ihr Abtrag bis zum heutigen Niveau erfolgte im wesentlichen erst während des Pleistozäns.

Die besondere Bedeutung der Weiltinger Reliktschotter liegt darin, daß — im Gegensatz zu anderen, im Albvorland Frankens einschließlich des Hesselberg-Gebietes weit verbreiteten jüngeren Reliktgesteinen — hier erstmals eine nähere Datierung des Abtragvorganges möglich ist.

Summary

On an elevation SW of Weiltingen (NW of Ries crater) lie gravel remnants of the ancient Wörnitz river channel deposits of Upper Pliocene, Lower Pleistocene age. The petrological composition of these gravels indicates a drainage basin in Middle Jurassic beds, which have been subsequently eroded away.

[1]) Dr. H. Gall, Dipl.-Geol. A. H. Ibrahim und Dr. D. Müller, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

The gravel composition is comparable to that of Wörnitz gravel sands of Lower Pleistocene age, SW of Aufkirchen. The latter consist mainly of Middle Jurassic sediments whereas the Middle Jurassic share in the Wörnitz deposits of Middle Pleistocene age is reduced to insignificance in favour of that of Upper Triassic (Keuper) and Lower Jurassic. This indicates a gradual erosion of the land surface to the present level. At some places the erosion depth is upto 150 m.

On comparing with the Upper Miocene paleogeographic situation before the Ries catastrophe, N of Ries it can be seen that the sediments of the „Post Ries Fillings" and the „Ries Fragmented Rocks" (Riestrümmermassen) were eroded away during Pliocene thereby exposing the Upper Miocene land surface. The erosion of this surface to the present level took place mainly during the Pleistocene.

The importance of the gravel remnants of Weiltingen lies in the fact that in contrast to the other very widespread rock remnants to be observed in Franconian Alb Forelands including Hesselberg area it is possible here for the first time to give an accurate date to the erosional process.

Inhalt

A. Einführung 64
B. Braun- und Weißjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen 65
C. Die Landschaftserniedrigung im Albvorland 73
D. Angeführte Schriften 77

A. Einführung

Ausgehend von der intensiven geowissenschaftlichen Durchforschung des Nördlinger Rieses und seiner Umgebung stellt sich in zunehmendem Maße die Frage, warum gerade im nördlichen Vorries die in anderen Vorries-Gebieten weit verbreiteten Bunten Trümmermassen nur in Gestalt kleiner und zudem riesnaher Vorkommen angetroffen werden. Die im östlichen Vorries noch flächenhaft erhaltenen Sedimente der postriesischen Plombierungsphase fehlen im nördlichen Albvorland — abgesehen von den tiefstgelegenen Süßwassersedimenten des „Altmühl-Rezat-Sees" — sogar gänzlich. Aus diesen Beobachtungen wurde einerseits auf einen gerichteten Auswurf der Schuttmassen aus dem Ries geschlossen, andererseits blieben die Sedimentationsvorgänge der nachriesischen Zuschüttungsphase kaum verständlich.

Nun konnte Scherzer (1921) im Albvorland bei Schwabach auf Grund von Jura-Relikten auf Burgsandstein eine erhebliche Landschaftserniedrigung durch Verwitterung und Abtrag nachweisen; ähnliche Relikte wurden aus dem südlichen Rezat-Gebiet bekannt (z. B. Berger 1968, 1971). Neuere Kartierungen im Hesselberg-Gebiet erbrachten auch für diesen Raum zahlreiche Vorkommen mit herabprojizierten, verwitterten Jura-Gesteinen in pleistozänem Decklehm über bedeutend älterem Untergrund; auch sie geben Hinweise, wie stark die ehemalige Landoberfläche in jüngerer Zeit abgetragen worden sein muß.

Die Datierung dieser Abtragsvorgänge war bisher mangels sicherer Zeitmarken immer sehr problematisch. Berger (1968, 42 ff.) etwa legte sie am Beispiel der Weißjura-Reliktscholle vom Heidecker Schloßberg bis ins Altoligozän zurück. An

einem Vorkommen bei Weiltingen, das Relikte jüngerer Jura-Schichten in Form von z. T. wenig widerstandsfähigen Geröllen führt, kann nun gezeigt werden, daß die heutige Landoberfläche erst ziemlich spät, in jüngsttertiär-quartärer Zeit, entstanden sein muß. Wegen seiner Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des Albvorlandes wird es im folgenden ausführlich behandelt.

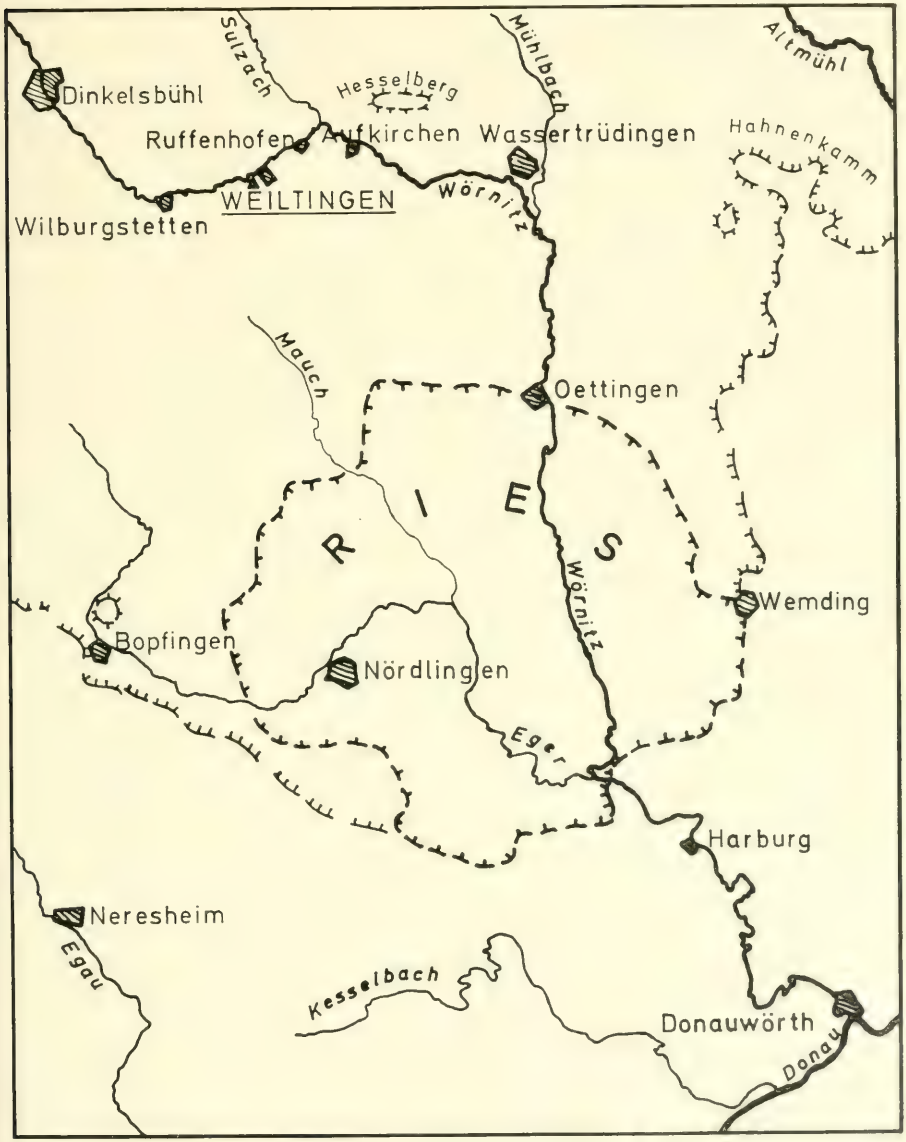


Abb. 1: Lageskizze des Schotterrelikt-Vorkommens bei Weiltingen nördlich des Nördlinger Rieses im westlichen Hesselberg-Vorland.

B. Braun- und Weißjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen

Bei seiner Diplomkartierung auf Gradabteilungsblatt 1 : 25 000 Weiltingen 6928 (Hesselberg-Gebiet, SW-Frankenalb) fand der Mitverfasser Ibrahim (1970) Relikte jüngerer, im Arbeitsgebiet bereits abgetragener Jura-Gesteine auf unterem Lias, die wegen ihres ungewöhnlichen Auftretens seine Aufmerksamkeit erregten.

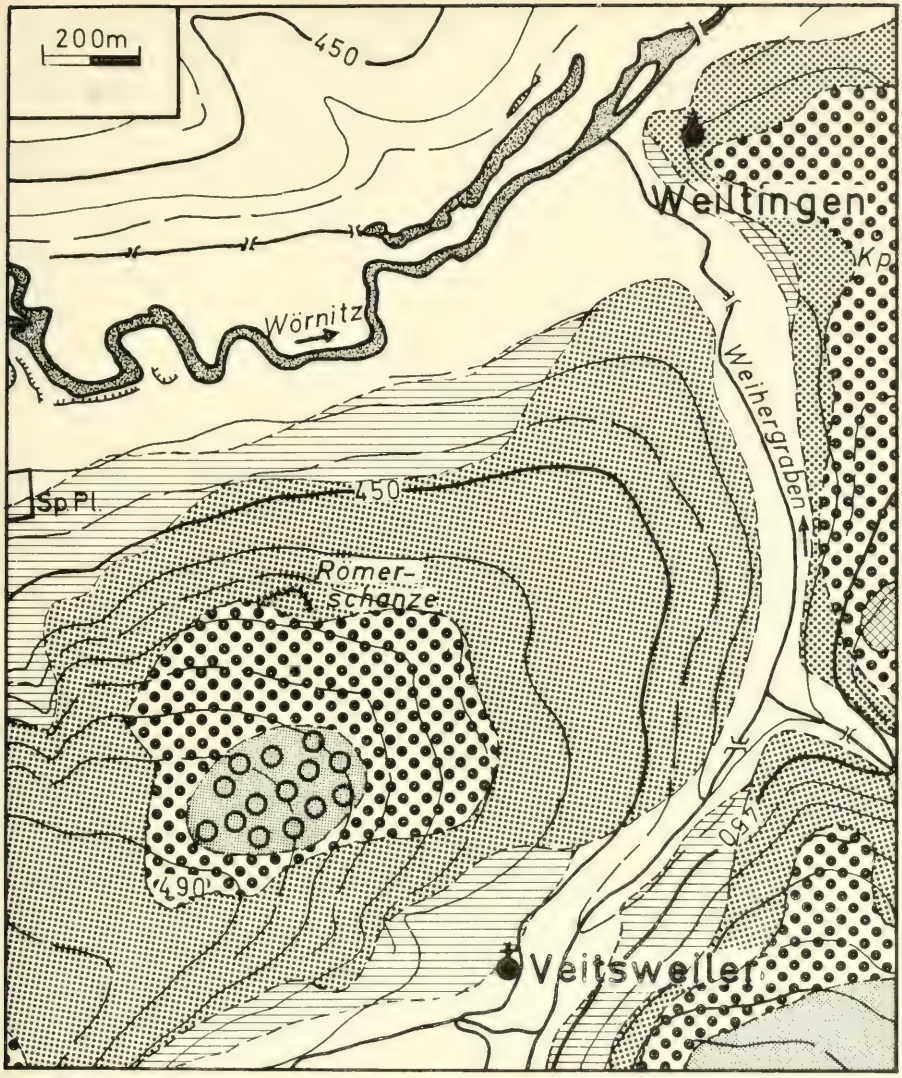
Das Kartierungsgebiet gehört dem westlichen Teil des Hesselberg-Vorlandes im NNW des Nördlinger Rieses an, wo die Wörnitz aus dem Sandsteinkeuper-Land der Frankenhöhe in den Schwarzen Jura des Hesselberg-Gebietes eintritt (Abb. 1). Dort liegt das Vorkommen auf einer gegen NE (Weiltingen) sich langsam abdachenden Anhöhe südlich der Wörnitz, 600 m NW Veitsweiler (3505100/5433350), zwischen den Isohypsen 480 und 490 m NN (50 bis 60 m über Wörnitzspiegel). Es hat die Form einer in NE-SW-Richtung gestreckten Ellipse von 375×250 m. Seine Unterlage bilden leicht gegen NE einfallende, rostbraun verwitterte Grobsandsteine der Arietenschichten (Lias α_3), denen sich hangabwärts, im SW auch in topographisch höherem Niveau, die hellgelblichen, plattigen Feinsandsteine der unterlagernden Angulatenschichten (Lias α_2) anschließen (Abb. 2).

Das Vorkommen selbst besteht aus einem gelbbraunen, schluffig-feinsandigen Lehm (mit Wurzelröhrchen), der hangabwärts gegen N und NE zunehmend mehr Mittel- und Grobsand führt und an der Oberfläche von feinen bis äußerst groben, kalkfreien Jura-Reliktgesteinskomponenten dicht durchsetzt ist. Handbohrungen ergaben eine maximale Mächtigkeit von 1,2 m sowie ein charakteristisches Vertikalprofil: Unter der an Komponenten reichen obersten Zone (bis 0,4 m) folgt die Hauptmasse des gelbbraunen Lehms mit bedeutend weniger Relikten; im basalen Bereich sind hellgraue, tonige sowie grobsandreiche Partien eingeschaltet, die den Übergang zum verwitterten Arietenkalksandstein vermitteln.

An Komponenten fand Ibrahim (1970) vorwiegend plattige Limonitsandstein-Schwarten (Dogger β, bis 8 cm), Angulatensandstein, fossilführenden Eisensandstein (Dogger β) mit *Pseudomonotis elegans* (Münster) und *Posidonomya* cf. *suessi* (Oppel) sowie derbe, sandfreie Limonitknöllchen (Malm α), z. T. als Steinkerne von meist sehr schlecht erhaltenen Fossilien: unbestimmbare Ammonitenreste, darunter Gabelripper, *Rhynchonella* sp. und ein wohlerhaltenes Exemplar von *Aulacothyris impressa* (Brongniart).

Bei einer neuerlichen gemeinsamen Begehung des Vorkommens konnten die Kenntnisse über seine Zusammensetzung und Entstehung wesentlich erweitert werden. Gestalt und Größe zumal der weicheren Sandsteinkomponenten ließen nämlich unzweifelhaft Reliktgerölle eines alten Schotters erkennen, die den gelbbraunen Lehm dicht durchsetzen. Durch Aufsammlungen auf den Äckern sowie Untersuchung einer Schlämmprobe (4 kg) aus dem SW-Teil des Vorkommens waren folgende Komponenten (in stratigraphischer Reihenfolge) nachzuweisen:

Abb. 2: Geologische Spezialkarte des Schotterrelikt-Vorkommens südwestlich Weiltingen und seiner näheren Umgebung.


200m
450
Weiltingen
Kp
Wörnitz
Weihergraben
Sp.Pl.
450
Römer-
schanze
490
450
Veitsweiler
Decklehm
Arietenkalksandst.
(Lias α3)
Schotterrelikte
Angulatensandst.
(Lias α2)
Lias β+γ
Feuerletten

1. Quarzgerölle (bis 55 mm); Farbe hellbläulich-grau, hellocker, bräunlich, milchweiß, schmutzgrau, blaßrot; derb bis feinkörnig; kantengerundet bis — seltener — abgerollt. Herkunft: Sandsteinkeuper, vor allem oberer Burgsandstein. Streufunde auf den Äckern; in der Probe nur Quarzkörner bis 4, maximal 6 mm, die auch aus dem liegenden Arietenkalksandstein stammen können. Gegen anthropogene Verschleppung sprechen die häufigen, nur in den Randzonen intensiveren bräunlich-rötlichen Farben, die auf Brauneisen-Infiltration bei der Lagerung auf einer alten Landoberfläche zurückzuführen sind, sowie Funde mit noch anhaftendem, limonitisch verfestigtem Fein- bis Grobsand als Relikt des heute ausgewaschenen, fluviatilen Sandzwischenmittels der Schotter.

2. Chalzedone (bis 27 mm); Farbe weiß- bis blaßrot; Struktur hornsteinartig dicht mit zahlreichen zwickelartigen Hohlräumen, in denen Quarz auskristallisiert ist; scharfkantig (Bruchstücke) bis schwach kantengerundet. Herkunft: Sandsteinkeuper, vor allem unterer und mittlerer Burgsandstein (vgl. Emmert 1964, Abb. 18). Nur spärliche Streufunde auf den Äckern; anthropogene Verschleppung nicht ausgeschlossen, doch nicht sehr wahrscheinlich (bezeichnender Bestandteil älterer und jüngerer Wörnitzsande, S. 70 ff.).

3. Angulatensandstein, Lias α_2 (bis $>$ 100 mm; Probe: bis 77 mm); hellockergelber bis gelbgrünlich-weißlicher, glimmerführender Feinsandstein, plattig bis feinschichtig, fest, mit kieseligem Bindemittel; randlich oft schwarzbraun infiltriert (Fe-Mn-Oxyde aus ausgelaugtem Karbonat); Gerölle plattig mit gerundeten Kanten, eines mit Lebensspuren, die an „Asteriasplatte" von Frankenhofen (Ibrahim 1970, 19 f.) erinnern. Untergeordnete Komponente auf den Äckern und in der Probe.

4. Arietenkalksandstein, Lias α_3 (bis 14 mm); brauner, limonitisch gebundener, entkalkter Grobsandstein. Sehr selten in der Probe; aufgearbeitet aus dem Untergrund.

5. Phosphorit (bis 20 mm); hellbläulich-graues, poröses Kalziumphosphat mit feinem, ausgelaugtem Muschelschill und Grobquarzen; kantengerundete Gerölle aus zerbrochenen Konkretionen. Herkunft: Lias β (aufgearbeitete Unterlage). Spärliche Streufunde auf den Äckern.

6. Toneisenstein (bis 40 mm); vorwiegend ockergelber, untergeordnet auch karminroter, toniger, weicher Limonit; meist dünne, scherbige Plättchen mit gerundeten Kanten, seltener fast ideale Gerölle, gelegentlich noch kaum beanspruchte konzentrisch-schalige Konkretionen. Herkunft: vor allem Lias δ (mit Fossilien belegt, S. 69) und Dogger α. Einzelne Stücke mit anhaftenden Grobquarzen aus basalem Arietensandstein (umgelagert aus Angulatensandstein), andere mit Feinsandschmitzen aus Dogger β; ein rotes Geröll mit sandsteinerfüllten Pholadenbohrlöchern (ϕ 5 mm) wahrscheinlich aus Dogger γ. Hauptkomponente auf den Äckern und in der Probe.

7. Eisensandstein, Dogger β (bis $>$ 100 mm; Probe: bis 38 mm); vorwiegend ockerbrauner bis brauner, mäßig fester, glimmerhaltiger Feinsandstein, häufig mit braunen Limonitschnüren oder Toneisensteinlagen, mit den Gruppen „Limonitsandstein" und „Toneisenstein" durch fließende Übergänge verbunden; nicht selten Muschelschill, meist *Pseudomonotis*, seltener *Variamussium pumilum* (Lamarck). Vom Angulatensandstein durch dunkler braune Farbe, Fehlen grünlicher Farbtöne, etwas gröberes Korn, geringere Festigkeit und weniger plattigen Habitus unterschieden; Abgrenzung dennoch im einzelnen oft fraglich. Deutlich kantengerundet, häufig ideale Gerölle. Wesentliche Komponente auf den Äckern und in der Probe.

8. Ooidischer Erzsandstein, Dogger β (bis 29 mm; Probe: bis 24 mm); je nach Erzgehalt braunroter bis schwarz-karminroter Feinsandstein mit zahlreichen kleinen Roteisenooiden, übergehend in ooidführendes Derberz, gelegentlich Übergänge in Toneisenstein. Herkunft: Eisenerzflöze bzw. Flözsandsteine des Dogger β; charakteristisches Leitgestein. Komponenten kantengerundet bis abgerollt, oft sehr mürbe und zum Zerfall neigend, daher Anreicherung mit abnehmender Korngröße. Untergeordnete Komponente auf den Äckern und in der Probe.

9. Limonitsandstein (bis > 100 mm; Probe: bis 44 mm); schwarzbrauner, stark verfestigter, glimmerhaltiger Feinsandstein mit dichtem, limonitisch-kieseligem Bindemittel, häufig überleitend in mürben, ockerbraunen Sandstein, durch Abnahme des Quarzsandgehalts auch in Limonit, Toneisenstein oder rotes Erz. Nicht selten Muschelsteinkerne, z. T. sogar in Menge, vorwiegend von der leitenden Art *Variamussium pumilum* (Lamarck). Herkunft demnach vorwiegend aus Dogger β-Sandstein (oxydierter grüner Chamosit-Sandstein mit Spateisenstein, v. Freyberg 1968), untergeordnet auch Angulatensandstein (S. 68). Komponenten meist scherbig mit wulstigen Oberflächen („Limonitschwarten"), seltener kantengerundete plattige Gerölle. Zweithäufigste Komponente auf den Äckern und in der Probe.

10. Limonitknöllchen (bis 24 mm; Probe: bis 11 mm); schwarz- bis dunkelbrauner, dichter und harter Limonit in nierig-traubigen Knöllchen mit meist glänzend polierter Oberfläche. Wenig abgerollte, zu Limonit oxydierte ehemalige Pyritkonkretionen aus Lias δ und Malm α, auf Grund der Erhaltung von aufgesammelten Fossilien wohl vorwiegend aus letzterem. Stratigraphisch verwertbare Fossilfunde (isolierte Limonitsteinkerne):

Lias δ (Erhaltung: Limonit weniger derb, Oberflächen z. T. ockerbraun und matt)
Amaltheus cf. *subnodosus* (Young & Bird), Innenwindung
Pleuroceras cf. *transiens* (Frentzen);

Malm α (Erhaltung: Limonit derb, Oberflächen schwarzbraun, glänzend)
Aulacothyris impressa (Brongniart);

Unsicher, wahrscheinlich Malm α
„*Terebratula*" sp. (non *Aulacothyris impressa*)
Crinoidea gen. indet. (Kelch)
Ammonoidea gen. et sp. indet. (z. T. gabelrippig).
Streufunde auf den Äckern, in der Probe vereinzelt.

Zur quantitativen Auswertung des Geröllbestandes wurde die Fraktion > 4 mm der Schlämmprobe herangezogen. In der Fraktion 2—4 mm ist die Zusammensetzung ähnlich, lediglich Quarzkörner (aus der Lias-Unterlage) und Limonitknöllchen nehmen stärker zu.

Schwierigkeiten bei der Abgrenzung und stratigraphischen Zuordnung bzw. Gliederung der einzelnen Gruppen können einen gewissen Fehler bringen, ohne indessen die Größenordnung zu beeinträchtigen.

Zusammensetzung (Stück-%, Geröllzahl 581):

Quarz	+	Eisensandstein	15
Angulatensandstein	5	ooidischer Erzsandstein	4,5
Arietensandstein	+	Limonitsandstein	23,5
Phosphorit	+	Limonitknöllchen	+
Toneisenstein	52		

Nach Schichten zusammengefaßt ergibt sich etwa:

Lias α_2	> 5 %
Lias δ + Dogger α	< 52 %
Dogger β	> 43 %.

Andere Stufen sind nur untergeordnet (Keuper, Lias α_3, Lias β, Dogger γ) oder überhaupt nicht repräsentiert. Natürlich kann eine einzelne Probe keinen exakten Aufschluß über die Zusammensetzung des ganzen, im einzelnen sicher inhomogenen Vorkommens geben, doch genügt für die vorliegende Untersuchung bereits eine näherungsweise Ermittlung der Größenordnung.

Größe und Form der Komponenten, besonders der oft ideal gerundeten Eisensandsteine, aber auch der Toneisensteine, geben sichere Hinweise auf eine alte Flußablagerung, die allerdings nicht mehr unversehrt vorliegt. Das Zwischenmittel der Gerölle wird nämlich nicht mehr von der Sandfraktion, sondern von gelbbraunem Schlufflehm gebildet, der — wie Untersuchungen an ähnlichen Lehmen vergleichbarer geologischer Position östlich des Hesselberges (Schmidt-Kaler 1970, 50 f.) zeigen, im wesentlichen als verlehmter Löß zu deuten ist. Sandige Anteile sind auf Flugsand, wie er in reinerer Form SE Wilburgstetten verbreitet ist (Ibrahim 1970, 57 f.), zurückzuführen, Grobquarze (ϕ 1—4 mm) dagegen von der Unterlage (Lias α_3) abzuleiten. Wie Handbohrungen zeigten, ist die Hauptmasse des Lehms sogar ziemlich geröllarm, womit als Ursache der oberflächennahen Geröllanreicherung holozäne Abspülung der obersten Lößlehm-Schichten in Frage kommt. Auch die Geröllfraktion der Schlämmprobe läßt eine deutliche Abnahme der Volumenanteile mit sinkender Korngröße erkennen. Damit liegt ein mehr oder weniger weit herabprojizierter Reliktschotter vor, dessen feinere Anteile bereits ganz oder teilweise der Abspülung zum Opfer fielen, und dessen Reste im jüngeren Pleistozän von Löß bedeckt und mit ihm kryoturbativ vermengt wurden. Die ursprüngliche Schotterbasis dürfte allerdings kaum wesentlich höher als heute gelegen haben. Gegen eine stärkere Umlagerung spricht vor allem das Auftreten leicht zerstörbarer Geröllkomponenten wie der mürben Dogger β-Eisensandsteine, Erzsandsteine und der Toneisensteine, die eine längere Exposition kaum überstanden hätten, sowie die Morphologie. Die Hauptmasse des Vorkommens liegt nämlich bereits auf der Plateauhöhe des Rückens SW Weiltingen, zwischen 485 und 490 m NN, in fast tischebener Lage unmittelbar am Rand der Ostabdachung, an welcher es wohl infolge jüngerer Solifluktion noch etwas herabreicht. Gegen Westen steigt das Plateau fast unmerklich noch bis etwa 505 m NN an (vgl. Abb. 2). Höhere Erhebungen, von denen man die Geröllrelikte durch Solifluktion ableiten könnte, fehlen. Damit dürfte auch die ursprüngliche Schotterbasis kaum über 490 m NN — 60 m über Wörnitzspiegel — gelegen haben.

Über die mögliche, primäre Zusammensetzung der alten Flußablagerung können Vorkommen jüngerer, noch im Verband befindlicher fluviatiler Geröllsande im Hesselberg-Gebiet Hinweise geben. Sie lassen sich — nach bisheriger, noch mangelhafter Kenntnis — mindestens zwei verschieden alten Aufschüttungsniveaus zuordnen.

Das ältere Niveau ist bisher von der Anhöhe 2 km SE Aufkirchen bekannt, wo Geröllsande der Wörnitz in einer noch heute in Betrieb befindlichen kleinen Sandgrube (topographische Karte 1:25 000 Blatt Wassertrüdingen 6929; 4391820/5434600) erschlossen sind. Die Basis — über Amaltheenton (Lias δ) — liegt auf etwa 450 m NN, 25 m über Wörnitzspiegel.

Ein vergleichbares Vorkommen mit der Basis knapp 30 m über der Talaue wurde am Unterlauf der Wörnitz, nördlich des großen Hühnerberges bei Harburg, gefunden (Hollaus 1969, 39).

In der Aufkirchener Grube sind hellockergelbe bis rotbraune, schräggeschichtete, mittel- bis grobkörnige Wörnitzsande mit deutlichem Feldspatgehalt und dünnen Geröllbändern in einer Mächtigkeit von ca. 5—6 m zu beobachten. Sie werden — mit einer ca. 0,5 m mächtigen lehmig-sandigen Übergangszone — von hellockergelb-rötlichgelbem Schlufflehm bedeckt, der noch ca. 1 m mächtig erschlossen ist und bis zur Kuppe des Hügels (465 m NN) reicht.

Eine Geröllprobe aus dem schon von Brunnacker (1952) beschriebenen Aufschluß, der damals noch wesentlich kleiner gewesen sein muß, zeigte folgende Zusammensetzung (Fraktion > 4 mm, Geröllzahl 572):

Feldspat	(— 8 mm)	+	Toneisenstein	(—30 mm)	40 %
Quarz	(—41 mm)	16 %	Eisensandstein	(—86 mm)	9 %
Chalzedon	(—15 mm)	1 %	+ Erzsandstein		
Keupersandstein	(—38 mm)	1 %	Limonitsandstein	(—72 mm)	27 %
Angulatensandstein	(—68 mm)	2 %	Limonitknöllchen	(—20 mm)	4 %

Die Geröllzusammensetzung ist der des Reliktvorkommens von Weiltingen erstaunlich ähnlich. Hier wie dort bilden Toneisensteine die Haupt-, Dogger β-Gesteine die erste Nebenkomponente. Unterschiedlich sind vor allem die wesentlich stärkere Beteiligung von Quarz sowie in Weiltingen nicht nachgewiesene Komponenten wie Keuper-Sandsteine (mittel- bis grobkörnig, weißlich-grau mit rötlichbraunen, braunen und dunklen Flecken und Streifen, mäßig fest; Sandsteinkeuper) und Feldspäte.

Das Alter der Aufkirchener sowie der Harburger Wörnitzsande, die beide bisher noch keine Fossilien geliefert haben, wird von Hollaus (1969, 39) als prä-rißeiszeitlich angegeben. Das Höchstalter läßt sich näherungsweise durch Korrelation mit den zwar 18 km von Harburg entfernten, aber zum gleichen Vorfluter Donau orientierten, glaziofluviatilen Schottern des oberschwäbischen Riedellandes S Donauwörth ermitteln. In diesem Gebiet entspricht die Höhe der altpleistozänen, vorwiegend der Günz-Eiszeit angehörenden „Älteren Deckenschotter" der Zusam (Basis 30—35 m über Donau bzw. 25 m über Lech) etwa der der Aufkirchener Sande, so daß diese in erster Näherung der Günzeiszeit zugeordnet werden können.

Das t i e f e r e Niveau ist sowohl im Wörnitz- wie Sulzachtal weit verbreitet, vor allem bei Wilburgstetten, wo die Sande heute noch in großem Umfang abgebaut werden. Ein schon etwas verfallener, sehr instruktiver Aufschluß liegt nördlich der Wörnitz 500 m NW Ruffenhofen (Blatt 6928 Weiltingen; 3507220/5436160); er erschließt etwa 3,5 m Wörnitzsande, an der Oberkante verlehmt, die mit scharfer Grenze von rötlich-gelbbraunem Schlufflehm bis 0,9 m Mächtigkeit überlagert werden. Die Oberkante der Sande (ca. 440 m NN) befindet sich nicht ganz 15 m über Wörnitzspiegel, die Basis auf Amaltheenton (nicht erschlossen) etwa im heutigen Talniveau.

Die hellrotbraunen, feldspathaltigen, mittel- bis grobkörnigen Sande zeigen deutliche Schrägschichtung und sind von dünnen Geröllbändern (Kgr. bis 50 mm) durchzogen.

Eine Probe (Fraktion > 4 mm, Geröllzahl 398) enthielt:

Feldspat	(— 8 mm)	2 %	Arietensandstein	(—14 mm)	+
Quarz	(—14 mm)	34 %	Toneisenstein	(—47 mm)	24 %
Chalzedon	(—20 mm)	3 %	Phosphorit	(—14 mm)	1 %
Keuper-Sandstein	(—29 mm)	10 %	Limonitsandstein	(—10 mm)	5 %
Angulatensandstein	(—42 mm)	19 %			

Gegenüber den älteren Wörnitzsanden von Aufkirchen nimmt der Keuper-Anteil (Quarz, Feldspat, Chalzedon, Sandstein) weiter, z. T. beträchtlich zu, während

der Jura-Anteil erheblich zurückgeht (nur mehr 49 anstatt 82 %). Innerhalb der Jura-Anteile verschiebt sich das Verhältnis zugunsten der älteren Stufen; Dogger β-Gesteine fehlen bereits. Der geringe Limonitsandstein-Anteil ist hier ganz auf den unteren Lias (oxydierte Pyritsandsteine der Angulatenschichten) zurückzuführen.

Auch das Alter der jüngeren Wörnitzsande kann — mangels Fossilien — nur näherungsweise ermittelt werden, wiederum durch Vergleich mit glaziofluviatilen Schottern an Donau und unterem Lech.

Besonders wichtig ist die Überlagerung mit Schlufflehm, offenbar jungpleistozänem Lößlehm, die in ähnlicher Weise auch an Geröllsanden der Wörnitz im Ries (Hollaus 1969, 37 ff.) und bei Harburg sowie an Schottern der Kessel SE Brachstadt (Gall 1974, 79 f.) beobachtet wurde und auch für die Hochterrassen der Donau SW Donauwörth sowie des unteren Lechs S Rain am Lech charakteristisch ist. Die Höhe der Terrassen-Oberkanten über Tal beträgt bei diesen — alle auf den gleichen Vorfluter Donau ausgerichteten — Aufschüttungen 10—15 m (Kessel), 4—7 m (Wörnitz), 10—25 m (Donau bei Tapfheim) bzw. 7 bis 15 m (unterer Lech), wobei neben unterschiedlicher Eintiefung und jüngerer Denudation auch verschiedene Alter der einzelnen Terrassen zu berücksichtigen sind. In der Größenordnung besteht jedoch gute Übereinstimmung mit den jüngeren Wörnitz-Geröllsanden westlich des Hesselberges und im Ries.

Während Hollaus (1969, 39 f.) diese Ablagerungen der Wörnitz noch mit Vorbehalt ins ältere Jungpleistozän (Würmeiszeit) stellen möchte, dürften sie nach obigen Überlegungen eher dem Mittelpleistozän (Rißeiszeit) angehören, was auch Hollaus nicht prinzipiell ausschließt.

Vergleicht man die Geröllfraktion der drei Flußablagerungen von Weiltingen, Aufkirchen und Ruffenhofen miteinander, so ergibt sich mit zunehmendem Alter eine starke Reduktion des Keuper- zugunsten des Jura-Anteils und innerhalb des letzteren wieder eine Verschiebung fast ganz zugunsten des höheren Lias und unteren Doggers. Ursache ist — abgesehen von örtlichen Einflüssen — die stufenweise Erniedrigung der Landoberfläche (siehe S. 74 ff.) sowie das unterschiedliche Transportverhalten. Besonders instruktiv sind hier die älteren Wörnitzsande von Aufkirchen. Während ihre Sandfraktion — feldspatführender Mittel- und Grobsand — noch ganz überwiegend aus umgelagertem Keuper-Material besteht, dominiert in der Geröllfraktion, die bereits den Weiltinger Reliktschottern sehr ähnlich ist, bei weitem der Jura; der Keuper wird fast nur noch durch grobe Quarzgerölle repräsentiert. Ursache ist die leichte Zerstörbarkeit der wenig verfestigten Sandsteinkeuper-Gesteine. Die Geröllsande von Aufkirchen ergäben bei reliktischer Erhaltung (Anreicherung der gröbsten Gerölle durch zunehmende Auswaschung mit sinkender Korngröße, Herabprojizierung usw.) eine grundsätzlich ähnliche Zusammensetzung wie die Reliktschotter von Weiltingen. Diese können somit als gröbste, noch nicht allzuweit herabprojizierte Erosionsrelikte eines alten Wörnitz-Geröllsandes aufgefaßt werden, dessen besonders hoher Jura-Anteil — sofern nicht überhaupt nur auf Transportauslese zurückzuführen — auf einen aus heute abgetragenen Jura-Gebieten einmündenden Bach hinweisen könnte. Als solcher käme wohl ein Vorläufer des von Süden her über Veitsweiler nach Weiltingen fließenden „Weihergrabens" in Frage (vgl. auch Abb. 2).

Auch das wahrscheinliche Alter der Reliktschotter von Weiltingen kann näherungsweise ermittelt werden, und zwar durch Vergleich mit glaziofluviatilen Schottern des zum gleichen Vorfluter Donau gerichteten unteren Lechs. Ihre ursprüngliche Basis kann aus bereits dargelegten Gründen auf ca. 490 m NN oder etwas darüber (60 m über Wörnitzspiegel) festgelegt werden. Am unteren

Lech befindet sich die Basis der höchstgelegenen Deckterrassenschotter (D I, älteste Donau-Eiszeit) etwa 55 m über dem heutigen Fluß (SCHAEFER 1953, 24 ff., Abb. 8), während die einer noch älteren Prä-Donau-Vereisung zugeordneten Höhenterrassenschotter (SCHAEFER 1957, 40 ff.) mit ihren Sohlflächen noch bis ca. 85 m (Hohenried) bzw. 80 m (Oberhausen) über den Lech- bzw. Donauspiegel ansteigen. Unter der Annahme einer annähernd gleich starken Tiefenerosion auch der nördlichen Donau-Zuflüsse wären die Weiltinger Wörnitz-Reliktschotter damit dem ältesten Pleistozän (Prädonau- oder Donau-Eiszeit) zuzuordnen; ein höheres Alter (? Oberpliozän) ist allerdings nicht ausgeschlossen.

C. Die Landschaftserniedrigung im Albvorland

Vorkommen herabprojizierter Jura-Gesteinsrelikte, teils als Schleierdecke unmittelbar auf dem Anstehenden, teils in pleistozänem Decklehm, sind aus dem Lias- und Keuper-Gebiet Nordbayerns mehrfach und zum Teil schon länger bekannt.

Besonders hervorzuheben ist das Vorkommen auf dem Heidenberg bei Schwabach, das bereits SCHERZER (1921, 146) entdeckt und in seiner Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des Nürnberger Gebietes voll erkannt hat.

Auf der höchsten Kuppe der nordöstlichen Burgsandstein-Vorhöhe dieses Heidenberges — dessen Gipfelplateau noch aus „Rhätsandstein" aufgebaut wird — fand SCHERZER „massenhaft auch Braunjurageröllе (stammend aus dem harten Eisenoolithflöz des Eisensandsteines, Dogger β) und dazu noch wohlerhaltene Versteinerungen („Goldschneckeln") aus dem Schwarzen und Braunen Jura (*Amaltheus costatus, Ammonites Aalensis, opalinus* u. a.)". Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. R. DEHM, der die Lokalität mehrfach besuchte und zu den von SCHERZER erwähnten Arten noch *Lytoceras torulosum* (ZIETEN) und *Alaria* cf. *subpunctata* (MÜNSTER) fand, handelt es sich bei den „Braunjurageröllen" nicht um echte Flußgerölle, sondern lediglich um kantigen Restschutt. Die Relikte geben Kunde von einer Zeit, in welcher am Heidenberg und seiner Umgebung noch flächenhaft Gesteine des Schwarzen und unteren Braunen Jura anstanden, die später der Abtragung zum Opfer gefallen sind. Dabei wurde von der Basis Oberer Burgsandstein (vgl. BERGER 1967) bis einschließlich Dogger β — legt man die Werte auf den Blättern Roth und Allersberg (BERGER 1967, 1969) zu Grunde — ein Schichtenstoß von nahezu 200 m Mächtigkeit entfernt. Heute befindet sich anstehender Eisensandstein des Braunjura β erst wieder 25 km östlich am Westrand der Fränkischen Alb bei Neumarkt/Oberpfalz.

Das Heidenberg-Vorkommen, das in neuerer Zeit nirgends mehr Erwähnung findet, liegt mit ca. 400 m NN (80 m über Rezatspiegel) etwa in derselben Höhe wie Reliktschotter der Pleinfelder Terrasse 2,5 km südöstlich, auf dem Höhenrücken 1,3 km S Ottersdorf — Tennenlohe (BRUNNACKER 1967), die neben vorwiegend Quarzgeröllen auch Keupersandstein und Dogger β führen (vgl. BRUNNACKER 1967, RÜCKERT 1933, 15). Ein genetischer Zusammenhang mit den Heidenberg-Relikten ist wegen der unterschiedlichen Zusammensetzung zwar nicht anzunehmen, doch können die Schotter einen Anhaltspunkt für das Mindestalter der Denudation geben: BRUNNACKER (1967, 97) ordnet die „Pleinfelder Terrasse" mit Vorbehalt der „Donau-Eiszeit" (jüngeres Villafranchium) zu, was durch neuere Ergebnisse aus dem Main-Gebiet (RUTTE 1971) gestützt wird. Unter der Annahme einer ähnlichen Morphologie wie heute müßten die höheren Erhebungen damals noch bis in den Eisensandstein gereicht haben; als Mindestalter der Denudation wäre damit das ältere Pleistozän anzunehmen.

Ähnliche Reliktvorkommen wie das am Heidenberg wurden später in größerer

Verbreitung auch aus anderen Gebieten bekannt (etwa bei Erlangen — Krumbeck 1931). Berger (1965, 1967, 1968, 1971) erwähnt sie aus dem südlichen Mittelfranken im Gebiet der Blätter Abensberg, Roth, Heideck und Spalt. Auch nördlich des Rieses wurde derartiger Reliktschutt mehrfach beschrieben (Barthel 1957, 48; Gerstlauer 1940; Torkzadeh 1966, 48 ff.; u. a.). Als höchste Mindest-Abtragswerte ergeben sich auf Blatt Wassertrüdingen (Dogger β auf oberem Lias δ — Torkzadeh 1966) ca. 120—140 m. In all diesen Fällen ist eine nähere Datierung der Abtragung nicht möglich, ein ziemlich junges Alter — Jungtertiär bis älteres Pleistozän — jedoch wahrscheinlich.

Von besonderer Bedeutung für die Landschaftsgeschichte hat sich nun das Vorkommen SW Weiltingen erwiesen; einerseits durch die Mächtigkeit der abgetragenen Schichten, andererseits durch morphologische Position und Auftreten der Relikte.

Die Mindestmächtigkeit des abgetragenen Schichtenstoßes — zu rekonstruieren aus der Differenz zwischen dem jüngsten angetroffenen Relikt (Malm α) und der Unterlage (unterer Lias) — beträgt ca. 180—200 m, wesentlich mehr als im Ostteil des Hesselberg-Gebietes mit 120—140 m bei Cronheim (Torkzadeh 1966, 48 ff.). Es muß zwar hervorgehoben werden, daß nur rekonstruierte Mindestwerte vorliegen, in die örtliche Unterschiede — Gehalt der anstehenden jüngsten Gesteine an widerstandsfähigen Relikten, unterschiedliches altes Relief usw. — eingehen, doch fällt auf, daß der Bereich mit den höchsten Werten nahe an der Ostabdachung des „Fränkischen Schildes" gelegen ist, wo die jungtertiäre Heraushebung und Abtragung am stärksten war.

Besonders aussagekräftig ist aber der Umstand, daß die Weiltinger Relikte in Gestalt fluviatiler Gerölle aus z. T. wenig widerstandsfähigen Sandsteinkomponenten vorliegen. Wie bereits dargelegt, handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um wenig herabprojizierte Reste eines (oberpliozän-) ältestpleistozänen Wörnitz-Geröllsandes in einer ursprünglichen Höhe von etwa 60 m über dem Wörnitzspiegel. Heute lagern sie auf der Schwarzjura-Hochfläche des südwestlichen Hesselberg-Vorlandes zwischen Wörnitz und dem Ries, das aus Gesteinen des unteren und nur noch kleinen Anteilen des mittleren Lias (Lias γ bis tiefster Lias δ) aufgebaut ist. Die Geröllzusammensetzung dagegen weist auf einen hohen Anteil von Braunjura-Gesteinen im Einzugsgebiet hin. Dieses muß daher flächenhaft aus Gesteinen des unteren Braunen Jura (Opalinuston und Eisensandstein), örtlich noch mit Relikten des unteren Weißjura (Impressaschichten) bestanden haben, so wie heute noch die Südliche Frankenalb im Raum Heideck-Thalmässing. Aus hydrogeographischen Gründen kommt eine Herkunft der Schotter nur aus südwestlicher, westlicher bis nördlicher Richtung in Frage. In diesen Gebieten reichen die Höhen heute nur noch bis in den mittleren Lias, die Täler sind schon bis in den Sandsteinkeuper eingetieft. Die Landschaft nördlich des Rieses zur Zeit der Wende Plio-Pleistozän war damit von der heutigen noch wesentlich verschieden.

Im gesamten Hesselberg-Vorland standen noch flächenhaft Braunjura-Gesteine mit örtlichen Relikten aus unterem Weißjura an. In den Tälern der größeren Flüsse (Wörnitz, Sulzach) war erst der Unter-, südlich des Hesselberges sogar erst der obere Mittellias angeschnitten. Am Hesselberg dürften — wie aus der heute noch weitgehend erhaltenen präobermiozänen Landoberfläche der Südlichen Frankenalb (vgl. Birzer 1969) wenig weiter im Osten zu schließen ist — zwar die Kalke des höheren Weißjura bis etwa zum derzeitigen Niveau schon abgetragen gewesen sein, doch war sein Gipfelplateau sicher noch beträchtlich größer. Darauf weisen dessen steilgeböschte Hänge sowie mächtige Gehängeschutt-, Berg-

sturz- bzw. Bergrutschmassen an der Südflanke hin, die — von BRUNNACKER (1968, 214 f.) wenigstens teilweise ins Pleistozän gestellt — einen starken Schwerkraft-Abtrag noch in jüngerer Zeit belegen. Keupersandstein-Gerölle im pleistozänen Decklehm am Schafhof N Wassertrüdingen (TORKZADEH 1966, 49), 35 m über dem heutigen Talniveau, geben Zeugnis von einem alten, das Hesselberg-Plateau vom Hahnenkamm trennenden Mühlbachtal.

Noch im jüngeren Altpleistozän müssen südlich der Wörnitz, wie die Geröllsande von Aufkirchen (S. 70 f.) zeigen, beträchtliche Gebietsteile von Gesteinen des Braunen Jura aufgebaut worden sein. Darauf weisen auch pleistozäne Decklehme im Hangenden der Geröllsande hin, die kantige Eisensandstein-Blöcke bis mehrere dm Kantenlänge in Mengen enthalten. Eine Herkunft dieses Solifluktionsschuttes vom Hesselberg ist wegen der Position im Süden der Wörnitzsande wenig wahrscheinlich.

In welchem Verhältnis stand diese plio-pleistozäne Landschaft zu derjenigen unmittelbar vor dem Ries-Ereignis? Darüber geben Verteilung und Lagerung der Ries-Trümmermassen Auskunft.

Im nordwestlichen Vorries fehlen, abgesehen von einem gegen das Vorland scharf abgesetzten, grobscholligen Gürtel am Riesrand, der noch zum Krater zu rechnen ist, Trümmergesteine gänzlich; im Nordosten dagegen sind noch kleine Relikte im Vorland erhalten. Ursprünglich müssen sie auch hier bis mindestens 40 km vom Ries-Zentrum entfernt das ganze Vorland bedeckt haben (GALL, MÜLLER & STÖFFLER 1974). Ihr Fehlen zeigt eindrucksvoll die gewaltige Denudation der Landschaft in diesem Gebiet. Die kleinen Vorkommen um Wassertrüdingen (Lentersheim, Türtel- und Eiselberg — KRANZ 1923, TORKZADEH 1966, KAMPANELLOS 1969), alle noch ziemlich grobschollig, haben eine morphologisch hohe Position gemeinsam: sie liegen auf oder nahe den Kuppen von Hügeln, im Bereich des tiefen Ostrandes der „Hesselbergmulde". Offensichtlich handelt es sich um Relikte mächtiger Talfüllungen, welche die weicheren Lias- und Unterdogger-Tonmergel vor Erosion geschützt haben, aber ihrerseits nur in tektonisch tieferer Lage erhalten bleiben konnten. Die Sohlen dieser Täler reichten bis in den untersten Braunjura (Opalinuston) bzw. den obersten Mittellias (Amaltheenton) herab. Verbreitung, Zusammensetzung und Lagerung der gesamten Trümmermassen um das Ries belegen, daß wenigstens im Bereich der Albtafel die Hauptflüsse Egau, Kessel (Unterlauf) und Wörnitz bereits bis zur heutigen Tiefe oder noch etwas darunter eingetieft waren und der Weißjura-Albtrauf schon fast seine heutige Lage erreicht hatte (u. a. SCHRÖDER & DEHM 1950, HÜTTNER 1961, FESEFELDT 1963). Der Braunjura-Stufenrand dagegen, der heute im Riesgebiet m. o. w. mit dem Weißjura-Albtrauf zusammenfällt, dürfte damals — wahrscheinlich in größere Inseln aufgelöst — noch weit im Vorland gelegen haben. Ähnliche Vorstellungen vom Bau des N-Vorrieses hat — ausgehend von hochgelegenen Riessee-Randkonglomeraten — bereits ZÖLLNER (1946, 77 ff.) abgeleitet.

In größerer Ries-Entfernung waren auch die Flußtäler z. T. noch nicht bis zum heutigen Niveau eingetieft. Das kann z. B. an der Fränkischen Rezat bei Spalt gezeigt werden, deren Talsohle zur Zeit der Ries-Katastrophe — belegt durch postriesische, obermiozäne Konglomerate — 30—40 m über der heutigen lag.

Die Landschaft im Obermiozän kurz vor dem Ries-Ereignis war demnach derjenigen an der Wende Plio-/Pleistozän ziemlich ähnlich; die Denudation der präriesischen Landoberfläche bis zum Beginn des Pleistozäns relativ gering.

Im höheren Torton wurde durch die Trümmermassen das gesamte präriesische Gewässernetz verschüttet. Die betroffenen Flüsse wurden aufgestaut und begannen verstärkt zu sedimentieren. Wo derartige Sedimente z. T. aus Süßwasserkalken bestanden, wie z. B. im Bereich des am Westrand der Nördlichen Frankenalb südwärts gegen Treuchtlingen und die heutige Lech-Mündung verlaufenden Urmains (vgl. BIRZER 1969), konnten sie in Relikten bis heute erhalten bleiben; wo sie dagegen — mangels kalkiger Gesteine im Einzugsgebiet — nur aus Tonen, Sanden und Schot-

tern zusammengesetzt waren, wie etwa im Bereich der Wörnitz oder oberen Altmühl, sind sie der Abtragung zum Opfer gefallen.

Wenig später griff im Zuge regionaler Absenkung die Sedimentation der jüngeren Oberen Süßwassermolasse (Hangendserie) mit den Nordschüttungen der Monheimer Höhensande und Ureger-Geröllsande auch auf das nördliche Vorries über und verschüttete die Landschaft an der Wende Mio-/Pliozän bis zu den höchsten Höhen: Postriesische Reliefplombierung (Schröder & Dehm 1950, Gall & Müller 1970, Gall 1971). Im Unterpliozän kam die Molassesedimentation zum Erliegen. Die subalpine Vortiefe begann sich herauszuheben; als Folge entstand das heutige Donausystem mit seinen Nebenflüssen.

Auch Wörnitz, Altmühl und Urmain begannen sich wieder einzutiefen; zunächst nur in flachen Tälern, die in die Aufschüttungsebene der jüngsten Molasse und der von Norden einmündenden Schwemmfächer eingeschnitten waren. Gerölle der zugehörigen „Hochschotter" sind — mehr oder weniger weit herabprojiziert — auf der Albhochfläche in größeren Relikten noch erhalten: Schotter der Ureger, des Urmains und der Urdonau (u. a. Gall 1971); im Vorland sind sie aber gänzlich verschwunden.

Schon während des Pliozäns wurden mit fortschreitender Erosion und Denudation die Sedimente der postriesischen „Plombierung" und auch ein großer Teil der Trümmermassen im nördlichen Vorries wieder entfernt. Die Flüsse in diesem Bereich fanden im allgemeinen ihre alten Täler wieder.

Anders lagen die Verhältnisse offenbar bei der Wörnitz, die von der Ries-Katastrophe in stärkstem Maße betroffen wurde. Aus morphologisch-hydrogeographischen Gründen liegt die Vermutung nahe, daß die Wörnitz vor der Ries-Entstehung von Schillingsfürst über Dinkelsbühl—Wilburgstetten dem heutigen Lauf folgend und von da in geradliniger Fortsetzung über die Einsenkung östlich Rühlingstetten, das Tal der heutigen Mauch und der unteren Eger (ab Deiningen) bis Hoppingen floß, von wo ab sie parallel ihrem heutigen Unterlauf bis zu ihrer Mündung in die „Donau-Depression" am Nordrand des Molassebeckens etwa bei Donauwörth folgte.

Durch die Talverschüttung in Riesnähe mit zunehmend mächtigen Trümmermassen war sie später gezwungen sich einen neuen Lauf zu suchen und floß jetzt tangential zum Krater von Wilburgstetten ab nach Osten über Wassertrüdingen und nördlich des Hahnenkammes zur unteren Altmühl. Möglicherweise hat sie diesen Lauf kurzfristig schon in der Zeit zwischen Ries-Ereignis und dem Einsetzen der postriesischen Plombierung während des Jung-Obermiozäns genommen und bei der erneuten Eintiefung im Pliozän wieder gefunden. Die nächste Phase hätte dann in einer Anzapfung durch ein aus dem Ries nach Südosten, entlang dem Wörnitz-Unterlauf zur Donau fließendes Flüßchen bei Wassertrüdingen bestanden, das durch seinen kürzeren Weg zur Donau und die leicht ausräumbaren weichen Riesseetone im Oberlauf der Wörnitz an Erosionskraft überlegen gewesen wäre. Man könnte so den eigenartigen Richtungswechsel der Wörnitz bei Wassertrüdingen von bisher W—E nach N—S unschwer verstehen.

Diese Vorstellungen müssen freilich mangels sicherer Belege, wie z. B. Geröllfunde — die aber wegen des Fehlens geeigneter, gegen Umlagerung resistenter spezifischer Gesteine im Oberlauf kaum zu erwarten sind — vorerst hypothetisch bleiben.

Zu Beginn des Pleistozäns war die präriesische Landoberfläche im N-Vorries wieder exhumiert, aber noch nicht nennenswert denudiert. Die Täler zu dieser Zeit waren bereits stärker eingetieft, lagen jedoch noch bis über 50 m über den heutigen. Altersgleich mit den Wörnitz-Ablagerungen bei Weiltingen dürften die „Pleinfelder Terrasse" am Urmain (S. 73), die „Hauptterrasse" der Altmühl-Donau zwischen Rennertshofen und Kelheim sowie die „Staufenberg-Terrassentreppe" an der

Wertach (Schaefer 1957, 40 ff.) und die „Höhenterrassenschotter" am unteren Lech (Schaefer 1953, 1957) sein. Nur im Bereich der aus widerstandsfähigen Weißjurakalken aufgebauten Alb, wo eine pliozäne Eintiefung der Donau von mindestens 80 m (SW Dollnstein) bis über 120 m (N Riedenburg) nachweisbar ist, hat sich die präriesische Landoberfläche bis heute erhalten. Nur hier blieben auch Reste der „postriesischen Plombierung" — Ureger-Geröllsande, Monheimer Höhensande und die OSM-Kleinkiessande von Graisbach — von der Abtragung verschont (Gall 1971).

In den aus nicht verkarsteten, leicht abschlämmbaren Gesteinen aufgebauten Gebieten des Albvorlandes und des Molassebeckens aber wurde die Landoberfläche erheblich tiefer gelegt; im Molassebecken kam es sogar zur Umkehr des Reliefs. Im Bereich des besonders kräftig gehobenen „Fränkischen Schildes" nordwestlich des Rieses erreichte die pleistozäne Denudation örtlich Beträge bis über 150 m (SW Weiltingen). Daraus wird verständlich, daß hier sämtliche Reste der Riestrümmermassen und der „postriesischen Zuschüttungsphase" verschwunden sind, während sich östlich des Hesselberges und im Bereich des ehemaligen Urmains geringe Relikte davon bis heute erhalten konnten.

Man könnte einwenden, daß sich die Geröllzusammensetzung der Weiltinger Reliktschotter auch von Ries-Schuttmassen in flächenhafter Verbreitung ableiten ließe, die ja im Norden des Rieses vorwiegend aus Braunjura-Gesteinen zusammengesetzt sind. Tatsächlich ist dies nicht leichtfertig von der Hand zu weisen, da gegen Umlagerung resistente riesspezifische Komponenten (z. B. Kristallin, Suevit-Gläser etc.) in den kraterferneren Riesgesteinen nur mehr untergeordnet anzutreffen sind und daher im Schotter leicht der Beobachtung entgehen könnten. Vergrieste Gesteine andererseits würden — mangels eines harten, nichtkarbonatischen Bindemittels — bei der Umlagerung in ihre intern nicht beanspruchten Breccienkomponenten zerfallen. Die pleistozäne Denudation wäre dann etwas geringer anzusetzen, müßte aber wegen der vollständigen Entfernung aller Riesgesteine, deren weite Verbreitung an der Wende Plio-/Pleistozän zu fordern wäre, immer noch beträchtliche Ausmaße erreicht haben.

In jedem Falle stellen die Weiltinger Wörnitz-Reliktschotter ein wertvolles Dokument zur Rekonstruktion der jüngeren Landschaftsgeschichte im Alb-Vorland Nordbayerns dar.

D. Angeführte Schriften

Barthel, K. W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Fremdingen. — Geologica Bavarica **32**, 64 S., 10 Abb., 1 geol. Karte, München 1957.

Berger, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6731 Abensberg. — 78 S., München 1965.

Berger, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6732 Roth b. Nürnberg. — 128 S., München 1967.

Berger, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6832 Heideck. — 115 S., München 1968.

Berger, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6733 Allersberg. — 135 S., München 1969.

Berger, K.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6831 Spalt. — 212 S., München 1971.

Birzer, F.: Molasse und Ries-Schutt im westlichen Teil der Südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern, **19**, 1/2, 1—28, 2 Abb., 1 Taf., Erlangen 1969.

Brunnacker, K.: Über einen Terrassenrest am Wörnitzgrund bei Aufkirchen (Hesselberg). — Geol. Bl. NO-Bayern, **2**, S. 110, Erlangen 1952.

Brunnacker, K.: Einige Schotteranalysen aus dem Urmaintal zwischen Schwabach und Treuchtlingen. — Geol. Bl. NO-Bayern, **17**, 2, 92—99, 1 Abb., 4 Taf., Erlangen 1967.

Brunnacker, K.: Flächenzahlen an Schuttstücken als Gradmesser der Frostverwitterung. — Geol. Bl. NO-Bayern, **18**, 4, 209—217; 4 Abb., 3 Tab., Erlangen 1968.

Emmert, U.: Keuper. In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000, 91—120, 9 Abb., München 1964.

Fesefeldt, K.: Der Obere Malm im südlichen Vorries. — Erlanger geol. Abh., **47**, 33 S., 7 Abb., 1 geol. Spezialkarte, Erlangen 1963.

Freyberg, B. v.: Das Muttergestein der Limonitsandsteine im Doggersandstein der Fränkischen Alb. — Geol. Bl. NO-Bayern, **18**, 1, 1—10, Erlangen 1968.

Gall, H.: Obere Süßwassermolasse (Hangendserie) über Riestrümmermassen bei Graisbach (südöstliches Vorries) und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte der Schwäbisch-Fränkischen Alb. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **11**, 295 bis 327, 6 Abb., München 1971.

Gall, H.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des südöstlichen Vorrieses zwischen Höchstädt a. d. Donau und Donauwörth. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **145**, 1, 58 bis 95, 4 Abb., Stuttgart 1974.

Gall, H. & Müller, D.: Die Monheimer Höhensande. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **52**, 113—131, Stuttgart 1970.

Gall, H., Müller, D. & Stöffler, D.: Verteilung, Eigenschaften und Entstehung der Auswurfsmassen des Impakt-Kraters Nördlinger Ries. — Geol. Rdsch., 1974 — [im Druck].

Gerstlauer, K.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Oettingen. — Mitt. Reichsst. Bodenforsch., Zweigst. München, **35**, 1—71, 16 Abb., 1 geol. Karte, München 1940.

Hollaus, E.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet der Blätter Nördlingen-Ost und Nördlingen-West, mit besonderer Berücksichtigung der Pleistozän-Ablagerungen. — Inaug.-Diss. Univ. München, 85 S., 8 Abb., 1 geol. Karte, München 1969.

Hüttner, R.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des östlichen Härtsfeldes (Schwäbische Alb). — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **4**, 49—125, Freiburg/Br. 1961.

Ibrahim, A. H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Hesselberg-Gebiet, SE-Quadrant (mittlerer Teil) des Gradabteilungsblattes Weiltingen 6928. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 68 S., München 1970 — [Mskr.].

Kampanellos, J.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Fränkischen Jura, SE-Gradabteilungsblatt 6929 Wassertrüdingen und 6930 Heidenheim am Hahnenkamm. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 74 S., München 1969 — [Mskr.].

Kranz, W.: Weitere Beiträge zum Nördlinger Ries-Problem. — Cbl. Miner. etc., **1923**, 278—285, 301—309, Stuttgart 1923.

Krumbeck, L.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Erlangen-Nord, Nr. 161. — 86 S., München 1931.

Rückert, L.: Zur Flußgeschichte und Morphologie des Rednitzgebietes. — Heimatkdl. Arb. Geogr. Inst. Univ. Erlangen, **7**, 86 S., 12 Abb., 4 Taf., Erlangen 1933.

Rutte, E.: Pliopleistozäne Daten zur Änderung der Hauptabdachung im Main-Gebiet, Süddeutschland. — Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. **12**, 51—72, 1 Abb., Berlin-Stuttgart 1971.

Schaefer, I.: Die donaueiszeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. — Geologica Bavarica **19**, 13—64, 15 Abb., München 1953.

Schaefer, I.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50 000. — 92 S., 4 Abb., 2 Beil., 1 geol. Karte, München 1957.

Scherzer, H.: Geologisch-botanische Heimatkunde von Nürnberg und Umgebung. — 248 S., Nürnberg 1921.

Schmidt-Kaler, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6930 Heidenheim. — 120 S., 24 Abb., 7 Tab., 1 Beil., 1 geol. Karte, München 1970.

Schröder, J. & Dehm, R.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Harburg. — Abh. naturw. Ver. Schwaben, **5**, 147 S., Augsburg 1950.

Torkzadeh, N.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Hesselberg-Gebiet, NE-Quadrant des Positionsblattes Wassertrüdingen 382. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 74 S., München 1966 — [Mskr.].

Zöllner, W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Meßtischblattes Heidenheim. — Inaug.-Diss. Univ. Bern, 87 S., 5 Taf., 1 geol. Karte, Konstanz 1946.

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 14 81—101 München, 15. 12. 1974

Neue Daten zum Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse (Helvet) im südlichen Vorries

Von Horst Gall[1])

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Der auf der Schwäbischen Alb geradlinig verfolgbare Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse (OMM) soll nach bisheriger Ansicht im Verbreitungsgebiet der Riestrümmermassen seine Fortsetzung in einer reich gegliederten Fjordküste mit km-weitem Vorspringen nach Süden und fjordartigem Eindringen in prähelvetische Täler finden. Zur Rekonstruktion der Küstenlinie dienten isoliert gefundene, angeblich autochthone Strandgerölle, deren Fundpunkte miteinander verbunden wurden.

In allen Fällen ist jedoch allochthone Lagerung dieser Strandgerölle zu belegen: Die riesauswärts gleitenden Trümmermassen schürften sie an der ehemaligen Meeresküste auf und transportierten sie südwärts, teilweise unter beträchtlicher Anhebung über ihr ursprüngliches Lagerungsniveau. Heute finden sie sich als mehr oder weniger weit dislozierte Lokalkomponenten der Riesgesteine; zur Rekonstruktion einer Klifflinie sind sie damit nicht geeignet.

Gestützt auf einige neu entdeckte Sediment-Vorkommen und — aus morphologisch-geologischen Gründen — wahrscheinliche Kliffbereiche der OMM muß nunmehr auch im südlichen Vorries ein durchgehend gerader Kliffverlauf angenommen werden, der sich etwa mit der Verbindungslinie der gesicherten Kliffpunkte Giengen—Dischingen—Burgmagerbein—Ebermergen deckt. Durch ein jüngst entdecktes östlichstes Meeresmolasse-Vorkommen bei Graisbach läßt sich die Klifflinie zudem erstmals von Ebermergen weiter nach Osten und damit für das gesamte Vorries- und Alb-Gebiet sicher festlegen.

Summary

The straight course of the „Klifflinie" (coastline) of the Obere Meeresmolasse (OMM) which can be traced on the Suebian Alb is to be continued according to previous opinions into the area of the Riescrater ejectas, where it is said to change in an intensely dissected Fjord coastline with capes stretching Southward for many kms and Fjord-like ingressions into valleys of pre-Helvetic age. The position of the

[1]) Dr. H. Gall, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

coastline has been reconstructed by connecting isolated points with supposedly autochthonous beach gravels.

However in every case the allochthonous nature of these beach gravels can be proved. They originated by the scouring effect of the outward moving of Riescrater ejectas passing the former coastline. From here they were transported S-ward. They were locally lifted considerably by turbulence and slumping beyond their original level of deposition. Today they are found as local components of Ries rocks which were moved quite some distance. They are therefore not suited for the reconstruction of the „Klifflinie".

Based on recently discovered OMM-Sediments, and for morphological-geological reasons, for the probable coastal strip of the OMM a dominantly straight course has to be considered also in the Southern part of the „Vorries". This course roughly coincides with the line connecting the well documented „Kliff"-points of Giengen—Dischingen—Burgmagerbein—Ebermergen. The eastern most occurrence of OMM just recently discovered near Graisbach makes it possible to trace the „Klifflinie" eastward from Ebermergen. The „Klifflinie" is now known and documented for the full length within the „Vorries" and the region of the Alb.

Inhalt

A. Einführung 82
B. Zur Anlage der Klifflinie 83
C. Der geradlinige Verlauf der Klifflinie im südlichen Vorries 84
1. Klifflinie zwischen Brenz und Dischingen 85
2. Klifflinie zwischen Dischingen und Amerdingen 86
3. Klifflinie zwischen Amerdingen und Burgmagerbein 88
4. Klifflinie zwischen Burgmagerbein und Ebermergen 90
5. Klifflinie zwischen Ebermergen und Graisbach 94
D. Höhenverlauf der Klifflinie 96
E. Angeführte Schriften 100

A. Einführung

Infolge regionaler Absenkung wurde der Südrand der Schwäbischen und SW-Fränkischen Alb — nach einer längeren Phase der Heraushebung und Abtragung — im tieferen Miozän wieder Ablagerungsraum.

Die Obere Meeresmolasse (OMM) transgredierte nach Roll (1935) vom Molassebecken nach Norden zunächst bis zu einer „inneren Küstenlinie", die etwa zwischen Blaubeuren und Ulm, SW-NE-streichend, verlief. Erst weitere Senkung des Albsüdrandes — unter gleichzeitiger Anhebung des Molassebeckens — führte dann zu dem helvetischen Meeresvorstoß über die Juratafel bis zur eigentlichen „Klifflinie der OMM", die sich mit Unterbrechungen vom Hegau bis in den Donauwörther Raum verfolgen läßt.

Diese Klifflinie repräsentiert den Nordrand des Sedimentationsraumes des II. OMM-Zyklus', nicht aber den weitesten Vorstoß des Molassemeeres nach Norden auf die Alb. Dieser wird in einer äußeren, in der Kuppenalb liegenden Senkungsküste eines neu entdeckten III. Zyklus' der OMM gesehen (Gall 1974b).

Die „Klifflinie der OMM" tritt auf der Schwäbischen Alb etwa von NE Berg-

hülen über Temmenhausen—Westerstetten—Weidenstetten—Altheim—Heldenfingen bis zum Brenztal als morphologisch deutlich ausgeformte Steilstufe in kontinuierlichem, geradem Verlauf in Erscheinung. Mit dem Eintritt in das Verbreitungsgebiet der aus dem Nördlinger Ries ausgeworfenen Trümmermassen östlich der Brenz ist ihre Fortsetzung jedoch großenteils unter den Ries-Schuttmassen verborgen und nur noch an wenigen, in tief eingeschnittenen Tälern liegenden Kliffpunkten faßbar.

Nach den Ergebnissen bisheriger Kartierungen soll nun der über weite Strecken geradlinige Kliffverlauf mit dem Eintreten ins Vorries-Gebiet — also gerade dort, wo er wegen der Überdeckung mit Riestrümmermassen nicht mehr direkt beobachtet werden kann — von einem reich gegliederten Verlauf mit fjordartigem Einbiegen in prähelvetisch angelegte Täler abgelöst werden. Tatsächlich erbrachten Übersichtsbegehungen und Schwerpunktskartierungen zur „Geologischen Karte des Rieses und seiner Umgebung 1:50 000" Hinweise auf einen weitgehend geradlinigen Kliffverlauf auch im Verbreitungsgebiet der Riestrümmermassen.

Herrn Prof. Dr. H. Hagn, München, möchte ich auch an dieser Stelle für die Bestimmung der Mikrofauna einiger OMM-Proben herzlich danken; Herr Dr. D. Müller begleitete mich freundlicherweise bei einer Begehung der Klifflinie im S-Vorries. Die zeichnerischen Arbeiten hat Herr F. Schwarz durchgeführt.

B. Zur Anlage der Klifflinie

Nur untergeordnet oder für kürzere Abschnitte wird die marine Abrasion als alleiniger Bildungsfaktor der Klifflinie — unter Ablehnung einer Beteiligung von Tektonik — angesehen (Gwinner 1957). In den meisten Fällen kann eine tektonische Beeinflussung des Kliffverlaufs belegt, vermutet oder zumindest nicht ausgeschlossen werden. Für das südliche Vorries vertritt Moos (1925, 198 f.) die Ansicht, daß die Klifflinie in ihrem gesamten Verlauf tektonisch vorgezeichnet war und durch die Meeresbrandung nur im einzelnen ausgestaltet wurde. Die Spezialkartierungen brachten unterschiedliche Ergebnisse: Im Raum Dischingen glaubt Hüttner (1961, 79 ff., 103) tektonische Anlage für Verlauf und morphologische Stufe des Kliffs belegen zu können, auf dem westlich anschließenden Blatt Giengen dagegen fand Mall (1968, 115) keinerlei Hinweise für eine Beeinflussung der Küstenlinie durch tektonische Strukturen. Allerdings sind gerade im Riesschutt-Gebiet für große Abschnitte der Klifflinie die Beobachtungen an den nur vereinzelt faßbaren und eng begrenzten Kliffpunkten für eine sichere Beurteilung der Kliffanlage nicht ausreichend.

Bei Annahme einer „Fjordküste" im südlichen Vorries (Andritzky 1963) wäre die Klifflinie nur durch Brandungserosion geschaffen denkbar. Ein geradliniger Küstenverlauf — hier mit besten Gründen vertreten — zeigt jedoch mit Moos (1925, 198) und Dehm (1962, 79 ff.) weitestgehende Abhängigkeit von paläogeographisch ausgezeichneten tektonischen Richtungen der Süddeutschen Großscholle über das gesamte Ries-Vorland hinweg. Die Richtung der Küstenlinie dürfte so im wesentlichen tektonisch beeinflußt sein, wobei durch Kluftsysteme vorgezeichnete Linien von der marinen Abrasion leichter und damit bevorzugt ausgeformt werden konnten. Allerdings dürfte die Höhe der Steilküste nicht direkt Verwerfungsbeträgen entsprochen haben.

C. Der geradlinige Verlauf der Klifflinie im südlichen Vorries

In einem durchschnittlichen Abstand von 8—10 km zu einer von Roll (1935) angenommenen „inneren Küstenlinie" verläuft parallel dazu weiter im Norden auf der Alb die noch an vielen Stellen als ehemalige Steilküste des Molassemeeres kenntliche „Klifflinie der OMM" (Lutzeier 1922). Von Südwesten bis ins SE-Vorries verfolgbar, kann ihr weiterer Verlauf ostwärts bis zur Böhmischen Masse bisher nur in groben Zügen skizziert werden (Lemcke 1972).

Auf der Schwäbischen Alb ist der kontinuierliche und gerade Verlauf der Klifflinie des II. OMM-Zyklus' ostwärts etwa bis zur Brenz gesichert (Moos 1925, Kiderlen 1931, Geyer & Gwinner 1964). Mit dem Eintritt ins Vorries, in dem die Fortsetzung der Küstenlinie größtenteils unter Riesschutt verborgen liegt und nur noch an den Kliffpunkten N Staufen, N Dischingen, S Burgmagerbein und N Ebermergen sowie in der Bohrung NE Amerdingen gesichert ist, soll der Kliffverlauf jedoch nach neueren Untersuchungen plötzlich unruhig werden. Er soll fjordartig tief in die Täler von Kessel, Wörnitz und Lochbach eingreifen und die trennenden Höhenrücken weit im Süden umlaufen. Im Bereich der in den Tälern liegenden sicheren Kliffpunkte ergeben sich keine Hinweise für ein fjordartiges Zurückgreifen der Küstenlinie und damit eine prähelvetische Anlage der Täler. Darauf wird lediglich aus dem angeblich weiten Vorspringen der Klifflinie nach Süden in den dazwischen liegenden Gebieten geschlossen. Gerade dieses Ausgreifen der Küstenlinie nach Süden kann jedoch in allen Fällen widerlegt werden, wodurch auch das Zurückspringen in die Täler entfällt. In den Gebieten zwischen den wenigen sicheren Kliffpunkten werden zur Rekonstruktion des Küstenverlaufes nämlich isoliert gefundene, gelegentlich an der Oberfläche geschrammte Gerölle und Blöcke mit Bohrlöchern von Pholaden und Vioen aus dem Strandbereich herangezogen und als anstehende Kliffpunkte gedeutet. Tatsächlich sind diese Strandzeugen jedoch allochthon: Sie finden sich einzeln als aufgeschürfte Lokalkomponenten in den aus dem Ries ausgeworfenen Trümmermassen, durch welche sie im Vorries an der Küste des Molassemeeres aufgenommen und südwärts transportiert wurden. Sind diese Strandgerölle somit schon auf Grund ihrer „tektonischen" Stellung zur Rekonstruktion des Kliffverlaufes völlig ungeeignet, so erscheint neuerdings auch ihre Herkunft ausschließlich von der Klifflinie des II. OMM-Zyklus' nicht mehr gesichert. Durch den Nachweis einer jüngsten Transgression der OMM über die Klifflinie hinaus nach Norden in die Kuppenalb bis zu einer „äußeren Senkungsküste des III. Zyklus'" (Gall 1974b) lassen sich die Gerölle zumindest teilweise — vor allem auf Grund ihrer Höhenlage und Häufigkeit — leichter von dieser Küste beziehen. Da aber weder deren genaue Höhenlage noch deren — sicher differenzierter — Verlauf bisher bekannt sind, soll vorerst noch die Klifflinie als Bezugslinie der Strandzeugen in Riestrümmermassen verwendet werden. Für die von Hüttner (1969), Gall (1974a) und in diesen Ausführungen (auch Abb. 2) gegebenen Werte der Dislozierung von Strandgeröllen hat dies allerdings folgende Konsequenzen: Die Transportweiten der Gerölle von der OMM-Küste nach Süden sind Mindestwerte, die Anhebungsbeträge über Primärniveau jedoch Maximalwerte. Von entscheidender Bedeutung für den Kliffverlauf ist jedoch vor allem die Tatsache, daß die Einzelfunde von Strandzeugen weit im Süden der Verbindungslinie gesicherter Kliffpunkte nicht anstehend sondern allochthon sind. Eine fjordartige Küste läßt sich damit also nicht beweisen. Andererseits bestehen keinerlei Hinweise gegen einen geradlinigen Verlauf; vielmehr sprechen morphologische und geologische Kriterien dafür.

Der Verlauf der „Klifflinie des II. OMM-Zyklus'" im S-Vorries soll abschnittsweise — im Westen beginnend — skizziert werden.

1. Klifflinie zwischen Brenz und Dischingen

Die Bunte Breccie W Neu-Asbach-Hof bei Heidenheim/Brenz (Kranz & Berz 1926, 156 ff.; Mall 1959, 1968) bildet das westlichste heute noch erhaltene Vorkommen von Trümmermassen im S-Vorries. Die Klifflinie verläuft nach Mall (1968, 188 ff.) etwa 1 km südlich davon leicht geschwungen und in einer Geländestufe erkennbar von N Herbrechtingen über den Kliffpunkt „Hahnenschnabel" (3 km NNW Giengen, bis 70 m Steilanstieg, bei 535 m NN Kliff mit Pholadenbohrlöchern), den Massenkalk-Anstieg am Schratenhof bis N Staufen (Kliffnähe angezeigt durch zahlreiche angebohrte Weißjura-Gerölle auf 530 m NN). Im Gebiet zwischen den Punkten Schratenhof und N Staufen tritt ein westlichster, etwa N-S-verlaufender Höhenrücken mit Riestrümmermassen über autochthoner Molasse und Weißjura-Basis südlich der direkten Verbindungslinie von Kliffpunkten auf. Schon neigt Mall (1968, 119) zu der Annahme, daß das Kliff etwa auf Isohypsen zwischen 520 und 535 m NN — dem heutigen Relief exakt folgend — rings um diesen 1 km N Hohenmemmingen gelegenen „Scheuenberg" herumzieht. Die beiden Kliffpunkte lassen sich jedoch nördlich des Höhenzuges nahezu geradlinig im Generalstreichen des bisherigen Küstenverlaufes entlang der in gleicher Richtung ziehenden Grenze Zementmergel—Hangende Bankkalke verbinden; auch zeigen die OMM-Sedimente an den Flanken des „Scheuenberges" keinerlei Anzeichen einer Strandnähe. Mit Moos (1925) und Hüttner (in Hüttner et al. 1970) darf so ein geradliniger Küstenverlauf zwischen den beiden Punkten, den Mall (1959) zwar in Erwägung zieht, gegenüber dem Ausgreifen nach Süden aber für weniger wahrscheinlich hält, angenommen werden. Die Überdeckung mit Bunter Breccie verhinderte am „Scheuenberg" eine Abtragung der Molasseschichten bis auf den Weißjura herab; die OMM-Sedimente sind dem Höhenrücken nicht ringsum angelagert, sondern gehen darunter hindurch.

Der nächste Punkt ostwärts, an dem die Klifflinie wieder zu fassen ist, liegt im Zöschinger Tal NW Zöschingen (Hüttner 1961, 80). Hier, zwischen N Staufen und Zöschingen, führt Mall (1959, 1968) die Klifflinie um den reich gegliederten Höhenrücken mit Riestrümmermassen bei Altenberg—Schafhof—Zöschingen auf Höhenlinien zwischen 540 und 510 m NN — in exaktem Anschmiegen an das heutige Relief — herum. Seine „merkliche Geländeversteilung" am „Alten Turm" liegt als Kliffpunkt mit 540 m NN entschieden zu hoch (vgl. auch Abb. 2) und direkt an der Unterkante von langgezogenen Grieskomplexen mitten im Verbreitungsgebiet Bunter Trümmermassen. Am Schafhof, 1,2 km NNW Burghagel, konnte Gall (1971, 59 ff.) sogar knapp nördlich der von Mall vermuteten Klifflinie durch OMM-Sedimente in küstenferner Fazies mit großwüchsiger und individuenreicher Mikrofauna einen Küstenverlauf in unmittelbarer Nähe ausschließen. Mit einiger Sicherheit ist so bis Zöschingen etwa entlang des Südrandes von autochthonen Weißjura-Komplexen ein geradliniger Kliffverlauf gegeben.

Auch seine geradlinige Fortsetzung unter der Bedeckung mit Riestrümmermassen nordostwärts über 3 km hinweg bis ins Fleinheimer Tal WNW Dischingen darf mit Moos (1925) und Hüttner (1961; 1970, in Hüttner et al.) als wahrscheinlich gelten. Dort ist auf der Südseite in ca. 502 m NN der Kliffbereich mit Geröllen,

Grobsand und Muschelschill, also in typischer Uferbildung, wieder angeschnitten (HÜTTNER 1961, 79). Von hier zieht die ehemalige Küste des Molassemeeres zum Wasserberg N Dischingen.

2. Klifflinie zwischen Dischingen und Amerdingen

Am Wasserberg N Dischingen reicht das Kliff bis 495 m NN hinauf (HÜTTNER 1961, 78 f.). Grobsande mit zahlreichen angebohrten Geröllen und Blöcken sowie vorwiegend Muschel- und *Balanus*-Schill vertreten hier unmittelbar am tertiären Strand die gesamte, wenngleich nicht sehr mächtige Schichtenfolge der OMM.

Der weitere Verlauf der Klifflinie ist durch eine Umbiegung aus bisherigem NE-Streichen in eine ENE-Richtung gekennzeichnet. Am östlichen Talhang der Egau N Dischingen sind nach HÜTTNER (1961, 80) W Schrezheim in Höhe 495 m NN wieder marine Strandgerölle nachweisbar. Im Bereich des dazwischen liegenden Egautales wird von MOOS (1925) und HÜTTNER (1961, 80) ein fjordartiges Vordringen der OMM-Sedimente nach Norden, wie es v. KNEBEL (1903a, b), BRANCO (1903) und E. FRAAS (1911) vermutet hatten, zu Recht abgelehnt.

Damit ist die Frage nach der Existenz des Egautales zur Zeit der OMM aufgeworfen, denn nach KLÜPFEL (1929) ist ein trichterförmiges Einbiegen der Klifflinie in die Täler für deren bereits helvetisches Bestehen maßgebend. Mit den in der OMM-Strandfazies bei Dischingen vorkommenden Massenkalkgeröllen glaubt MOOS (1925) zwar das Mündungsgebiet einer „Uregau" belegen zu können, KIDERLEN (1931) erklärt diese jedoch mit Verfrachtungen durch Küstenströmungen. Da auch die Faunengemeinschaft der OMM bei Dischingen keinerlei Hinweise auf das Einströmen von Süßwasser zeigt (HÜTTNER 1961, 81; GALL 1971), dürfte das Egautal zur OMM-Zeit noch nicht bestanden haben. Andererseits greifen aber Sedimente der OSM im Bereich des Egautales über die Klifflinie hinaus nach Norden vor und liegen dort rund 50 m unter dem mittleren Niveau der Albhochfläche (HÜTTNER 1961, 85 f.), so daß das Egautal zur OSM-Zeit bereits ausgeformt war. Es muß in der im SW-Vorries von GALL (1971, 69 ff.) — entgegen HÜTTNER (1958, 1961) — vertretenen oberhelvetischen Erosionsphase zwischen Ablagerung der OMM und OSM, als weiter im Süden die Graupensandrinne eingetieft wurde, angelegt worden sein.

Der weitere Verlauf der Klifflinie von W Schrezheim ostwärts wird durch den Nachweis von marinen Sanden im Ortsbereich von Eglingen festgelegt (HÜTTNER 1961, 81); er ist N Eglingen, mit HÜTTNER (1961, 81) aber südlich des autochthonen Massenkalk-Vorkommens 1,3 km NNE Eglingen (ca. 570 m NN), anzunehmen. Die Klifflinie zieht geradlinig mit ENE-Streichen weiter gegen Amerdingen, wo in einer Wasserbohrung NE des Ortes zwischen ca. 461,5 und 465,7 m NN OMM-Sedimente in typischer Strandfazies angetroffen wurden (NATHAN 1955, 43 f.; XAVIER 1969).

Während MOOS (1925) zwischen Dischingen und dem nächsten an der Oberfläche erschlossenen Kliffpunkt Burgmagerbein eine durchgehend gerade Küstenlinie vermutet — worauf m. E. auch die Lage des einzigen künstlich belegten Strandbereiches bei Amerdingen auf der direkten Verbindungslinie dieser beiden Kliffpunkte hinweist, soll sie nach HÜTTNER (1958, 1961) im Abschnitt zwischen Schrezheim und Eglingen weit nach Süden vorspringen und den Massenkalk-Komplex des „Erzberges" N Reistingen auf seiner Südseite umlaufen. Der Massenkalk reicht am „Erzberg" (ca. 560 m NN) etwa 100 m über die hier zu erwartende OMM-Untergrenze hinauf und weder HÜTTNER (1958, 1961) noch GALL (1971) fanden zunächst auf seiner Höhe Spuren von OMM-Sedimenten. Nach HÜTTNER (1961, 81) soll der „Erzberg"

so — vermutlich prähelvetisch herausgehoben — als Halbinsel in das helvetische Molassemeer hineingeragt haben.

Begehungen des „Erzberg"-Komplexes, zusammen mit Herrn Dr. D. Müller, erbrachten nun jedoch an mehreren Stellen den Nachweis von reliktischen Feinsedimenten der OMM.

In dem auf 510 m NN im Massenkalk des „Erzberges" gelegenen unteren Steinbruch W „Breitbühel" (36 04 080 / 53 95 520) ist wenig über Bruchsohle ein Karsthohlraum mit braungrauem bis grünbraunem Tonstein erfüllt, der — scharf abgesetzt — mit glimmerreichen, hellockergelben bis grünlich-grauen Schluffsanden wechsellagert. Diese lagenweise frisch erscheinende Füllung zeigt bis 20 cm lange, kantige Nebengesteinskomponenten. Zahlreiche Glaukonitkörner verweisen den Muskovit reichen und Chlorit führenden Schluffsand, der zudem aus dem Weißjura umgelagerte Schwammrhaxen und -nadeln enthält, in die OMM.

In dem darüber auf Höhe 525—530 m NN angelegten Steinbruch (36 04 150 / 53 95 560) führte eine Schichtflächenhöhlung (Länge 10 m, Weite bis 20 cm) in der NW-Ecke, 1—3 m unter einer reliefstarken Oberfläche, ockergelben bis braunen, schluffigen Tonstein mit Partien eines grünlich-ockerfarbenen, z. T. hellgrünlichen, glimmerreichen Schluffsandes. Bis 10 cm große, kreidige Kalkkonkretionen und Nebengesteinskomponenten sind darin eingeschlossen. Der Muskovit und Chlorit führende Schluffsand enthielt aus dem Malm umgelagert *Spirillina* sp. und verwandte Formen, Schwammrhaxen und Radiolarien; durch *Lagena* sp., stark verdrückte Sandschaler (*Trochammina* ? sp.) und zahlreiche, gelblich-hellgrün verwitterte oder frische dunkelolivgrüne Glaukonitkörner erweist sich die Karsthohlraumfüllung jedoch als Sediment des leicht verbrackten OMM-Meeres.

Während mehrere Proben von anderen Stellen des „Erzberges" als reine Alblehm-Relikte — reduziert oder lessiviert — bestimmt werden mußten, führten Karsthohlräume im Massenkalk des verfallenen Steinbruches am „Erzberg"-Gipfel auf Höhe 555 m NN (36 04 180 / 53 96 440) neben braunroten Bolustonen auch ockergelbe und schluffige Alblehme mit OMM-Resten. Schlämmrückstände zeigten hohen Gehalt an Quarzfeinsand mit reichlich Muskovit, seltener Chlorit und gelblich-hellgrünem oder dunkelolivgrünem Glaukonit; aus dem Malm umgelagert sind *Spirillina* sp. (verkieselt), Schwammrhaxen und -(?) spiculae sowie Holothurienrädchen (Bestimmungen dankenswerterweise durch Herrn Prof. Dr. H. Hagn).

Am Massenkalk-Komplex des „Erzberges" können somit bis in höchste Bereiche feinkörnige OMM-Sedimente, wenngleich zumeist stark verwittert und ohne reiche Mikrofauna, belegt werden; ihr Auftreten ausschließlich als Relikte in Karsthohlformen und Spalten tief im Massenkalk erklärt sich durch die starke Abtragung in diesem exponierten Gebiet. Zumindest zeitweise muß der „Erzberg" vom OMM-Meer überflutet und in den Sedimentationsraum der Molasse einbezogen worden sein. Die Klifflinie dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit etwa 1,7 km (konstruiert) nördlich des „Erzberges" annähernd geradlinig von W Schrezheim gegen N Eglingen — unter > 50 m mächtigen Riestrümmermassen begraben (Hüttner 1958, Taf. 8) — ziehen. Damit ist ein weiteres Argument einer Fjordküste im Vorries, begründet in dem Fehlen von OMM-Sedimenten auf dem „Erzberg"-Komplex, widerlegt. Es fällt jedoch auf, daß weder grobkörnige Quarzsande als Basisbildungen noch die glaukonitreichen Fein- bis Mittelsande (Hüttner 1961, 74 ff.; Gall 1971, 58 f.) am „Erzberg" vertreten sind, sondern nur die zwar glimmerreichen, doch wenig Glaukonit führenden Schluffsande der OMM mit verarmter Mikrofauna. Wahrscheinlich wurde so das „Erzberg"-Massenkalkmassiv erst bei Sedimentation der Schluffsand-Fazies überdeckt und bestand vorher, zur Zeit der älteren OMM, als Insel im Molassemeer, von dem es in Küstennähe als besonders kompakter Riffklotz nicht ganz

eingeebnet werden konnte. Für eine prähelvetische Heraushebung ergeben sich jedenfalls keinerlei Hinweise. Um so wahrscheinlicher ist jedoch eine posthelvetische tektonische Hebung des „Erzberg"-Gebietes: Berechnet aus den Bezugspunkten OMM-Basis Reistingen (465 m NN) und Klifflinie N Erzberg (konstruiert 485 m NN, vgl. Abb. 2) ergibt sich eine Höhenlage der OMM-Basis in der Umgebung des „Erzberges" von ca. 475 m NN. Da die Höhendifferenz zu den höchstgelegenen OMM-Relikten auf dem „Erzberg" (560 m NN) demnach 85 m beträgt, erscheint die zu erwartende OMM-Gesamtmächtigkeit um etwa 50 % höher als im geologisch vergleichbaren Gebiet der Ziegelei Berg bei Donauwörth (55—60 m, Gall 1974b), was bei ungestörten Verhältnissen nicht erklärbar wäre. Vielmehr resultiert daraus für den „Erzberg"-Massenkalkkomplex eine posthelvetische Heraushebung um mindestens 25—30 m.

Erwähnt werden müssen — vor allem in Hinblick auf die Rekonstruktionsversuche der Klifflinie E Amerdingen — die von Hüttner (1958, 137 f.; 1969, 151) und Gall (1971, 124) im Raum Dischingen—Amerdingen innerhalb der Riestrümmermassen S Klifflinie gefundenen Strandgerölle. Diese Gerölle, anstehend nur vom Küstenbereich bekannt, wurden hier im Gebiet einer über eine größere Erstreckung direkt verfolgbaren Klifflinie richtig gedeutet: Sie sind durch Bunte Trümmermassen an der Küstenlinie der OMM aufgeschürft und südwärts verfrachtet worden. Transportweiten zwischen 0,8 und 6,5 km vom Küstenbereich nach Süden und Emporstauchungsbeträge zwischen 30 und 60 Höhenmeter über das Primärniveau (bezogen auf die direkte Verbindungslinie zweier gesicherter Kliffpunkte, Abb. 2) zeugen dabei von der Gewalt und Turbulenz des Riesschutt-Auswurfes.

3. Klifflinie zwischen Amerdingen und Burgmagerbein

In diesem Gebiet, in dem die ehemalige Meeresküste nur NE Amerdingen und am Kliffpunkt S Burgmagerbein faßbar ist, soll die Klifflinie nach den Vorstellungen von Schalk (1957), Andritzky (1963), Winkler (1966) und Schmidt-Kaler und Treibs (in Hüttner et al. 1970) — entgegen der Ansicht von Moos (1925) — von Amerdingen aus etwa 5 km weit nach SE vorspringen, Höhenrücken aus Riestrümmermassen etwa auf Isohypsen des heutigen Reliefs im Süden umlaufen und fjordartig in das prähelvetisch angelegte Kesseltal bis S Burgmagerbein einbiegen. Zur Rekonstruktion dieses Küstenverlaufes werden angebohrte Strandgerölle und -blöcke, auch Vorkommen grobkörniger Marinsande herangezogen, deren Lagerung jedoch nicht richtig erkannt wurde. Schalk (1957, 25) betont selbst, daß die OMM-Relikte meist mit „Lehm" oder Bunter Breccie vermischt wären; die einzelnen gefundenen Strandgerölle (Schalk 1957, 61 ff.) treten — zuweilen ausgewaschen in Bachläufen — alle inmitten großflächiger Verbreitungsareale von Riestrümmermassen — von Schalk nicht erfaßt — zusammen mit kleinen Kristallinstückchen, Feuerletten, Eisensandstein, Weißjura-Griesen und Schlieren von OMM-Sanden in „Lehm" auf. Dennoch werden diese Geröll-Fundpunkte als autochthone Kliffpunkte angesehen und zur „Fjordküste" im S-Vorries verbunden. Alle Gerölle sind jedoch zweifelsfrei allochthon und die Höhenrücken, die das Kliff umlaufen soll, werden aus Riestrümmermassen mit Weißjura-Griesen über OMM-Sedimenten aufgebaut und nicht aus anstehendem Weißjura. Die unterschiedliche Höhenlage der als Küstenpunkte gedeuteten Fundorte der Pholadengerölle — hier zwischen 480 und 525 m NN, die allen Bearbeitern größte Schwierigkeiten bereitet, führt Schalk (1957, 67) auf die Verfüllung eines älteren, kräftigen Reliefs im Verlauf der Trans-

gression zurück. Tatsächlich jedoch verschleppten die Ries-Auswurfsmassen die Gerölle unterschiedlich weit von der Küste nach Süden und drückten sie verschieden hoch empor; Transportweiten zwischen 3,5 und 6,5 km unter Hochstauchung zwischen 35 und 80 m (vgl. Abb. 2) sind für diese Gerölle anzunehmen. Auch können die Geröllfundpunkte je nach den Aufschlußverhältnissen in den unterschiedlichsten Niveaus der max. fast 100 m mächtigen Schicht aus Trümmermassen liegen.

Die Massenkalk-Blöcke mit Pholaden-Bohrlöchern in einer Fremdscholle SE Unterfinningen im südlich anschließenden Gebiet (Winkler 1966, 18 f., 48 ff.) dürften von allen Strandablagerungen am weitesten von der Küste nach Süden transportiert worden sein: 10 km, bei einer Anhebung um etwa 60 Höhenmeter (vgl. Abb. 2).

Der Annahme einer Fjordküste des II. OMM-Zyklus' in diesem Gebiet ist damit die Grundlage entzogen. Die Klifflinie dürfte von Amerdingen ostwärts ihre geradlinige Fortsetzung finden. Sicher faßbar ist sie wieder im Steinbruch Rieder S Burgmagerbein im Kesseltal (Moos 1925, 197; Schalk 1957, 25), wo etwa auf Höhe 440 m NN (Andritzky 1963, 76) angebohrte Weißjura-Delta-Kalke in einer Steilstufe erschlossen sind.

Für ein trichterförmiges Einbiegen der Klifflinie in das Kesseltal, wie es v. Knebel (1903a, b), E. Fraas (1911), Löffler (1941), Schalk (1957), Schetelig (1962), Andritzky (1963) u. a. vermuten, ergeben sich im Bereich des Kliffpunktes nicht die geringsten Hinweise. Vielmehr zieht die Küstenlinie mit etwa W-E-Streichen geradlinig quer über das Kesseltal hinweg und wird von diesem glatt durchschnitten. Das Kesseltal war somit — in Übereinstimmung mit Moos (1925) und Klüpfel (1926, 1929) — zur OMM-Zeit nicht geöffnet, sondern wurde in seiner heutigen Form erst später — über weite Strecken sicherlich erst postriesisch, wie der unruhige, die großen Weißjura-Grieskomplexe umziehende Verlauf im Allochthon-Gebiet aufzeigt — angelegt.

Die geradlinig gegen S Burgmagerbein ziehende Klifflinie liegt weitestgehend unter Riesgesteinen begraben. Zu erwarten wäre sie an topographisch tiefen Stellen, die etwa auf der direkten Verbindungslinie der Küstenpunkte Amerdingen und Burgmagerbein im Grenzbereich des rieswärts gelegenen, weitgehend fremdmassenfreien Autochthongebietes gegen die geschlossene Trümmergesteinsdecke im Süden liegen. Die Klifflinie bildet nämlich die Trennlinie zwischen Kuppenalb im Norden und Flächenalb im Süden, die auch noch heute ein unterschiedliches Erscheinungsbild zeigen müßten. Auf der Kuppenalb sind überwiegend Autochthonkomplexe zu erwarten, die ehemalige Flächenalb, mit mächtigen Trümmermassen verfüllt, sollte diese — ± deutlich gegen Norden abgegrenzt — auch noch heute führen. Ein alle diese Forderungen erfüllender Bereich wurde, zusammen mit Herrn Dr. D. Müller, am Südhang des „Judenberges" WNW Obermagerbein (43 95 400 / 54 01 100) und auf der gegenüber liegenden Seite W Kessel gezielt gesucht und gefunden: Im Nordteil autochthoner Weißjura-Delta und nach Süden anschließend, getrennt durch eine deutliche Geländestufe, Trümmermassen mit Weißjura-Griesen (z. T. lößlehmverhüllt und daher von Schalk, 1957, nicht erfaßt). Die Höhenlage der Steilstufe mit ca. 450 bis 460 m NN entspricht annähernd dem Wert der hier zu erwartenden Höhenlage der Klifflinie (vgl. Abb. 2: ca. 445—450 m NN). Auch E Straße Obermagerbein — Untermagerbein ist 650 m SE Obermagerbein, am W-Hang der Kessel gegenüber Kliffpunkt S Burgmagerbein, ein deutlicher Geländeabfall von autochthonem Weißjura im Norden zu Weißjura-Griesen südlich davon zu erkennen. Obwohl sich keine OMM-Zeugen fanden — sie dürften unter Trümmer-

massen liegen, wird hier bei Obermagerbein das geradlinig durchziehende Kliff vertreten.

4. Klifflinie zwischen Burgmagerbein und Ebermergen

Auch im Gebiet zwischen diesen gesicherten Kliffpunkten wird von SCHALK (1957), ANDRITZKY (1959, 1963), SCHETELIG (1962), JAHNEL (1966), WINKLER (1966) und SCHMIDT-KALER und TREIBS (in HÜTTNER et al. 1970) ein geradliniger Verlauf der Klifflinie, wie ihn MOOS (1925) annimmt, abgelehnt. Aus der kartenmäßigen Verteilung der Fundorte strandnaher OMM-Ablagerungen wird vielmehr ein Verlauf rekonstruiert, der von S Burgmagerbein etwa 4,5 km nach Süden vorspringen, dabei Höhenrücken aus Riestrümmermassen im Süden umlaufen und fjordartig tief in das Wörnitztal bis zum Brünnsee-Kliff N Ebermergen eingreifen soll. Diese „Fjordküste der OMM" deckt sich mit den Vorstellungen von v. KNEBEL (1903a, b), E. FRAAS (1911) und LÖFFLER (1941, 96). Wie schon für den Verlauf der Klifflinie W Burgmagerbein wurden hierfür isoliert gefundene Gerölle, Blöcke und Sediment-Schollen herangezogen, die zwar zumeist zweifelsfrei im Bereich des ehemaligen Meeresstrandes gebildet oder geprägt wurden, deren Lagerung jedoch in allen Fällen einwandfrei allochthon ist und nicht — wie von den bisherigen Bearbeitern vermutet — autochthon.

Sie sind so keine zur Rekonstruktion der Klifflinie verwendbaren Strandzeugen und die Verbindungslinie ihrer Fundpunkte entspricht auch nicht ungefähr dem Küstenverlauf der OMM. Die Strandgerölle markieren vielmehr ausschließlich den Austritt von Bunten Trümmermassen mit aufgeschürften OMM-Küstensedimenten in Hanglagen und in Bacheinschnitten.

Wie Übersichtsbegehungen und Schwerpunktskartierungen ergaben, liegen die von ANDRITZKY (1959, 17 ff.; 1963, 75 ff.) zur Festlegung der Klifflinie herangezogenen Strandgerölle alle isoliert mitten im Verbreitungsgebiet mächtiger Riestrümmermassen in unmittelbarer Nachbarschaft von allochthonen Griesschollen des höheren Weißjura oder von Schollen aus aufgeschürftem Molassematerial. ANDRITZKY (1959, 1963) glaubte diese Gesteinskomplexe (Weißjura-Massenkalk, OSM) noch als autochthon deuten zu können. An ihrer ortsfremden Lagerung ist jedoch wie an der der Strandgerölle nicht zu zweifeln. Die Gerölle wurden durch die riesauswärts gleitenden Trümmermassen vom Küstenbereich der Meeresmolasse abgeschert und nach Süden verfrachtet; die Transportweite dürfte hier 2,5 und 6,3 km, die Anhebung 40 bzw. 65 Höhenmeter über Primärniveau betragen haben (vgl. Abb. 2).

Berücksichtigung fanden nur Gerölle, die sich durch Pholaden-Bohrlöcher als zweifelsfrei vom Strandbereich der OMM stammend erwiesen; „auffällig zugerundete Massenkalkblöcke" oder „über kopfgroße, glatte Gerölle aus Massenkalk" (ANDRITZKY 1959, 17), deren Herkunft vom Kliff keineswegs gesichert erschien, blieben als Strandzeugen unberücksichtigt.

Durch den Nachweis der Allochthonie der Gerölle ist die von ANDRITZKY (1963) gegebene Auswertung der geographischen Position und Höhenlage strandnaher OMM-Ablagerungen in bezug auf Kliffverlauf und post-mittelmiozäne Tektonik hinfällig.

Aus der größeren Höhenlage der südlichen Fundpunkte von Strandzeugen gegenüber den nördlich davon gelegenen Kliffpunkten bei Burgmagerbein und Ebermergen war eine

schwache, post-mittelmiozäne Kippung abgeleitet worden. Das Gebiet zwischen Kessel- und Wörnitztal sollte um eine E-W-streichende Achse so rotiert worden sein, daß sich die Südscholle heraushob (Andritzky 1963, 78). Nun liegen in der Tat alle dislozierten Gerölle höher als ihre Kliffbezugspunkte (vgl. Abb. 2). Der Grund hierfür dürfte aber nicht in tektonischen Verkippungen im Autochthon zu sehen sein — dafür ergeben sich im gesamten S-Vorries nicht die geringsten Hinweise (S. 98), vielmehr darin, daß die Kliffpunkte heute in tief eingeschnittenen Tälern auf autochthonem Weißjura liegen, die Rieströmmermassen mit den aufgeschürften Strandzeugen dagegen ausnahmslos größere Höhen einnehmen. Die Höhendifferenz von Kliffpunkten und Strandgeröllen durch tektonische Verstellungen einzelner Schollen im Autochthon erklären zu wollen, erscheint deshalb schon in höchstem Maße zweifelhaft, weil die aus den geologischen Aufnahmen kleiner Teilgebiete gezogenen Schlußfolgerungen einander widersprechen und ein wirr bewegtes Schollenmosaik erforderlich machen würden. So wird im östlichen Nachbargebiet (Schetelig 1962, 74 f.) mit der unterschiedlichen Höhenlage der Strandgerölle zwar gleichfalls Kippung an N-S-streichenden Störungen um eine ebenfalls W-E-gerichtete Achse wahrscheinlich zu machen versucht, hier jedoch mit entgegengesetztem Drehsinn unter gleichzeitiger Heraushebung einer Scholle im Osten.

Von großer Bedeutung für die Annahme einer weit nach Süden vorspringenden Klifflinie und einem daraus folgenden tiefen, fjordartigen Eingreifen in Kessel- und Wörnitztal ist der im Kesselbachtal etwa 300 m E Kesselostheim auf Höhe 435 m NN bei einem Hausaushub isoliert in „Lehm" (Andritzky 1959, 18) gefundene 1 m³ große Massenkalkblock mit Bohrmuschellöchern. Andritzky (1959, 18) und Jahnel (1966, 30) erachten diesen Block als autochthon und sehen in ihm einen Bereich der hier durchziehenden Klifflinie. Einerseits ist jedoch das von hier nach Norden ziehende Massenkalk-Gebiet nicht autochthon (Jahnel 1966), sondern muß in einzelne Massenkalk-Griesschollen, umgeben von Bunter Breccie, aufgelöst werden; andererseits liegen der Massenkalkblock E Kesselostheim sowie alle anderen von Jahnel (1966, 30) zur Rekonstruktion der Klifflinie angeführten Gerölle im großflächigen Verbreitungsgebiet mächtigen Riesschutts, als dessen aufgenommene Lokalkomponenten sie zu betrachten sind. Gegen autochthone Lagerung der Strandzeugen und die Möglichkeit einer direkten Verbindung ihrer Fundpunkte zur Klifflinie sprechen auch ihre unterschiedlichsten Höhenlagen auf engstem Raum und ihre kartenmäßige Verteilung (Jahnel 1966, 30, geol. K.).

Die Strandgerölle und -blöcke sind von einer weiter im Norden verlaufenden Küstenlinie der OMM aufgeschürft und — in bezug auf die Klifflinie des II. OMM-Zyklus' — zwischen 3,7 und 7 km südwärts, unter Anhebung um etwa 10 bis 25 Höhenmeter über Primärniveau, verfrachtet worden (vgl. Abb. 2).

Die im südlich anschließenden Gebiet um Tapfheim gleichfalls isoliert in Bunter Breccie gefundenen Strandgerölle lassen sogar Transportweiten zwischen 7 und 8,7 km in südliche Richtung und Anhebungsbeträge zwischen ca. 20 und 60 Höhenmeter wahrscheinlich erscheinen (Gall 1974a, 67).

Hielte man auch diese Strandgerölle für anstehende Kliffpunkte, so ergäbe die paläogeographische Auswertung ihrer Fundpunkte ein Vorspringen der Küstenlinie von Burgmagerbein um nahezu 9 km nach Süden bis in den Donau-Raum; dies ist aber schon deshalb nicht möglich, weil dann bekannte OMM-Vorkommen in normaler Höhenlage und Sedimentabfolge weit nördlich der so rekonstruierten Klifflinie liegen würden. Bei der Skizzierung einer angeblichen „Fjordküste der OMM" im S-Vorries blieben die Verhältnisse in diesem donau-nahen Raum unberücksichtigt, weil er noch nicht spezialkartiert war.

Die allochthone Lagerung aller Strandzeugen südlich der geradlinigen Verbindung der gesicherten Kliffpunkte Burgmagerbein und Ebermergen verbietet die Re-

konstruktion eines unruhigen Küstenverlaufes. Damit dürfte auch weder im Kesseltal noch im Wörnitztal ein fjordartiges Zurückgreifen der Küstenlinie nach Norden, wie dies außer von Moos (1925) von allen anderen Autoren mit Nachdruck vertreten wird, bestehen. Im Kliffbereich N Ebermergen im Wörnitztal selbst ergeben sich hierfür keine Hinweise, so daß das Wörnitztal zur OMM-Zeit wohl nicht geöffnet war, obwohl seine Anlage mit großer Wahrscheinlichkeit schon vor dem Oberoligozän erfolgte (Müller 1972, 80). Unmittelbar präriesisch jedoch war das Wörnitztal wieder tief eingeschnitten (Schröder & Dehm 1950; Müller 1972, 80).

Die Klifflinie verläuft vom Küstenpunkt Burgmagerbein wahrscheinlich weitgehend geradlinig mit etwa ENE- bis NE-Streichen in Richtung Ebermergen und quert das Wörnitztal. Hier ist sie im tief eingeschnittenen Tal 750 m N Ebermergen wieder erschlossen. Pholadenbohrlöcher im anstehenden Massenkalk, Strandgerölle und Meeressand-Relikte mit Faziesfossilien der Brandungszone markieren ihren nördlichsten Punkt auf der Schwäbisch-Fränkischen Alb (Schröder 1927, 268; Schröder & Dehm 1950, 21, 38 f.; Andritzky 1959, 17; Schetelig 1962, 31 ff.).

Besondere Beachtung verdient die Höhenlage dieses „Brünnsee-Kliffs" mit 410 m NN, die damit um fast 40 m geringer als die der nahe südöstlich erschlossenen, sicher autochthonen Meeressande in der Ziegelei Berg ist. Gemäß dem Transgressions- und Sedimentationsablauf müßten die Ablagerungen im Kliffbereich jedoch immer die größten Höhen einnehmen. So lag zunächst die Vermutung nahe, daß der pholadenangebohrte Massenkalk N Ebermergen gar keinen echten Kliffpunkt repräsentiert, sondern nur einen Bereich des küstennahen Meeresbodens südlich einer weiter rieswärts in größerer Höhe ausgebildeten, aber noch nicht bekannten Klifflinie. Das harmonische Einfügen der Höhenlage des „Brünnsee-Kliffs" in den Gesamthöhenverlauf der Küstenlinie im S-Vorries (Abb. 2) läßt jedoch an einer Bewertung als echten Kliffpunkt nicht zweifeln. So muß die Diskrepanz der Höhenlage von Meeresküste und OMM-Sedimenten im Raum Donauwörth auf den Ablauf der Transgressionsfolge zurückgeführt werden (Gall 1974 b).

Im Gebiet zwischen den Kliffpunkten S Burgmagerbein und N Ebermergen ist das Kliff — wie im Raum Obermagerbein (S. 89) — wiederum dort zu suchen, wo heute große Autochthon-Komplexe des Weißjura gegen Süden von einer geschlossenen Decke aus Riestrümmermassen abgelöst werden. In diesem Grenzbereich Kuppenalb — Flächenalb fanden sich auf der direkten Verbindungslinie der gesicherten Kliffpunkte Burgmagerbein — Ebermergen im Gebiet Mauren — Obere Reismühle morphologische und geologische Hinweise auf unmittelbare Kliffnähe. Zwar waren weder Strandgerölle und -blöcke noch Litoralsedimente der OMM nachweisbar, die durch Begehungen und Schwerpunktskartierungen — zusammen mit Herrn Dr. D. Müller — gewonnenen neuen Erkenntnisse des geologischen Aufbaus lassen jedoch an der hier durchziehenden Klifflinie nicht zweifeln. Die Kuppe 500 m NW „Mühlberg" zwischen Mauren und Oberer Reismühle wird aus ruhig gelagerten, autochthonen Weißjura-Delta-Kalken aufgebaut, an ihrem Südhang zeigt sich im Anschluß an eine Geländestufe die Anlagerung von Ries-Fremdmassen (um Pkt. 4403300/5403450). Als ungefähre Höhenlage des wahrscheinlichen Kliffbereiches kann 420 m NN konstruiert werden (Abb. 2); da die Erosion hier aber nur bis auf 440 bis 450 m NN herabgegriffen hat, liegt das eigentliche Kliff und seine Zeugen unter den die Flächenalb plombierenden Trümmermassen begraben.

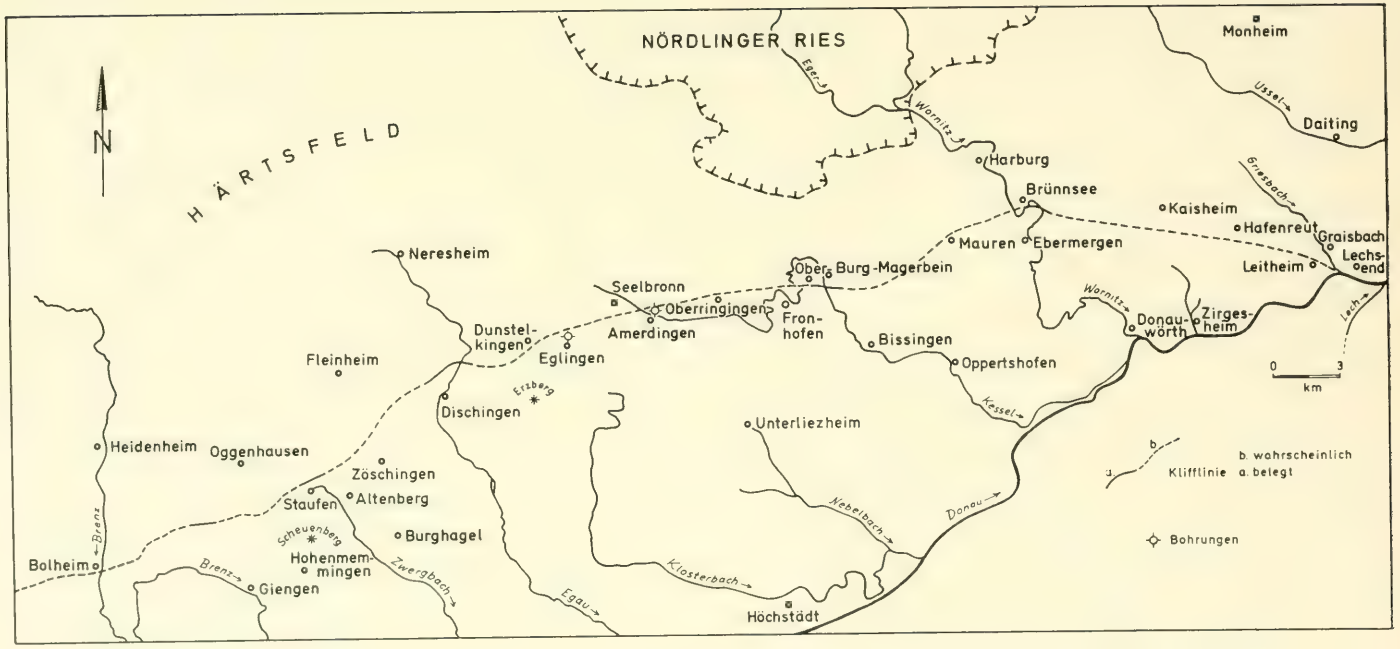


Abb. 1: Der geradlinige Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse im südlichen Vorries.

5. Klifflinie zwischen Ebermergen und Graisbach

Ein weitgehend geradliniger Kliffverlauf von Dischingen mit ENE-Streichen unter direkter Verbindung der bekannten Kliffpunkte bis zum östlichst erschlossenen Punkt im Vorries bei Ebermergen war bereits von Moos (1925) vermutet worden. Eine präzise Festlegung des weiteren Küstenverlaufes der OMM nach Osten war bislang nicht möglich und stößt auch jetzt noch auf besondere Schwierigkeiten, weil hier die unter einer mächtigen Decke aus Riesschutt und anderen post-mittelmiozänen Bildungen liegenden Sedimente der OMM — gemäß dem Abtauchen der Alb nach SE — nicht mehr gesichert autochthon zutage treten. Auch sind Bereiche der Strandlinie, die nur an einzelnen Punkten durch besonders tief herabgreifende Erosion freigelegt sind, in diesem nur wenig gegliederten Gebiet bei dem ständigen Abtauchen der Küstenlinie nach Osten gar nicht mehr zu erwarten. Es ist so nicht verwunderlich, daß für den Kliffverlauf der OMM auf der SW-Frankenalb die unterschiedlichsten Rekonstruktionen — wenn überhaupt gewagt — bestehen.

Seemann (1939) zog die Klifflinie als vermutet geradlinig von Ebermergen nach Osten über Daiting im Usseltal bis Neuburg a. d. Donau und führt zum Beweis glaukonitische Marinsande von mehreren Lokalitäten E Wörnitz zwischen Zirgesheim und Marxheim entlang der Donau an. Spätere Untersuchungen ließen jedoch den Nachweis mariner Sande E Donauwörth zumindest zweifelhaft erscheinen, so daß von ihrer Berücksichtigung bei der Weiterziehung der Klifflinie nach Osten abgesehen wurde (Nathan 1955). Die geologische Spezialaufnahme des Donauwörther Raumes (Schetelig 1962) konnte OMM-Zeugen ostwärts nur bis Schäfstall nachweisen, wo sich angebohrte Gerölle in Bunter Breccie, also allochthon, fanden.

Auf Einzelfunde von Strandgeröllen sowie Austern gründet sich im wesentlichen auch die von Schetelig (1962), Andritzky (1963) und Schmidt-Kaler und Treibs (in Hüttner et al. 1970) für das Gebiet E Ebermergen rekonstruierte „Fjordküste der OMM". Aus der kartenmäßigen Verteilung von OMM-Relikten unter direkter Verbindung ihrer Fundpunkte wird auf einen reich gegliederten Kliffverlauf mit Umlaufen von Höhenrücken aus Riestrümmermassen auf Isohypsen des heutigen Reliefs und fjordartigem Einbiegen in das Lochbachtal geschlossen. Trotz der Einschränkung, daß die ursprüngliche Lage der OMM-Zeugen häufig nicht gesichert ist, wird die Mehrzahl der Funde — in Verkennung des geologischen Aufbaus des Gebietes — als autochthon und als Kliffpunkt oder zumindest kliffnaher Punkt gewertet (s. u.).

Der von Andritzky (1963) als vermutet dargestellte Kliffverlauf basiert sogar ausschließlich auf den in der Literatur erwähnten Funden von Austern, die einerseits jedoch keineswegs auf den unmittelbaren Strandbereich beschränkt sind, andererseits bereits von den Autoren (v. Ammon 1904, Regelmann 1909) selbst als dislozierte erkannt wurden.

Tatsächlich zeigten Übersichtsbegehungen und Schwerpunktskartierungen, daß alle zur Rekonstruktion der Klifflinie herangezogenen OMM-Vorkommen, Geröll- und Austernfunde (v. Ammon 1904, 153; Regelmann 1909, 46, 49; Schetelig 1962, 31 ff.) als aufgeschürfte Komponenten von mächtigen und weit verbreiteten Riestrümmermassen angesehen werden müssen. So sind die „Kliffpunkte" im Lochbach N Zirgesheim (Schetelig 1962) durch einzelne „angebohrte Transgressionsgerölle" repräsentiert, die sich mit anderen härteren Bestandteilen der Trümmermassen — überwiegend Massenkalk-Griesfelsblöcken — aus diesen ausgewaschen im Bachbett des Lochbaches finden. Autochthoner Weißjura tritt im Lochbach — ent-

gegen SCHETELIG (1962) — nicht zutage, wie auch außer dem Kliffbereich Ebermergen kein einziges Weißjura-Vorkommen auf Blatt Donauwörth—Genderkingen (SCHETELIG 1962) gesichert autochthon ist. Der Lochbach mit seinen zahlreichen, unbedeutenden, kleinen Nebentälern, in die alle die Küstenlinie auf gleichbleibender Höhenlinie einspringen soll, ist postriesisch in mächtigen Riestrümmermassen angelegt (vgl. auch FESEFELDT 1963, 6). Es ist auch theoretisch unvorstellbar, daß sich alle diese Tälchen bei einer prähelvetischen Ausformung mit ihrer geringen Morphologie durch gewaltige Riesschuttmassen durchgepaust haben könnten, wodurch ein so detaillierter Küstenverlauf exakt exhumiert worden wäre. Auch die Strandzeugen am Schellenbergerhof und am Eckhof NW Schäfstall (SCHETELIG 1962) liegen zwischen größeren allochthonen Weißjura-Schollen in Bunter Breccie, sind also allochthon und keine autochthonen „Kliffpunkte". Sie wurden von den riesauswärts gleitenden Trümmermassen an der ehemaligen Meeresküste aufgenommen und südwärts an ihren Fundort transportiert. Verschleppungsbeträge von etwa 1,5 bis 2,7 km von einer konstruierten Strandlinie nach Süden unter Anhebung um ca. 100 m über die Höhenlage des konstruierten Kliff-Bezugspunktes sind dabei wahrscheinlich (Abb. 2).

Im ständigen Absinken der Höhenlage der Geröll-Fundpunkte von Norden nach Süden sieht SCHETELIG (1962, 63 f., Abb. 15) einerseits das Vordringen des Molassemeeres nach Norden, andererseits hält er auf Grund der großen Höhenunterschiede post-helvetische Heraushebung im Norden bzw. Absenkung im Süden für wahrscheinlich. Aus der unterschiedlichen Höhenlage der Gerölle östlich und westlich des Kaibaches schließt er zudem auf eine Heraushebung des „Schellenberges" gegenüber dem Gebiet um Berg an einer Kaibach-Störung um 40—50 m. Tatsächlich jedoch ist die Höhenlage der Strandgerölle einzig abhängig von der Morphologie dieses Trümmergebiets, das im Osten größere Höhen als im Westen erreicht und das eine generelle Abdachung nach Süden aufweist.

Auch im SE-Vorries entfallen damit alle Argumente für die Annahme einer „Fjordküste der OMM". Daß die Kliffinie nicht geradlinig verfolgt werden kann, liegt an der Überdeckung mit Trümmermassen (vgl. auch MOOS 1925, 195) und nicht, wie SCHETELIG (1962, 53) glaubt, an einer primär differenzierten Anlage.

Die Küstenlinie biegt im Kliffbereich N Ebermergen aus ihrem bisherigen NE- bis ENE-Streichen in eine ESE- bis SE-Richtung um, wie dies ähnlich, wenngleich nicht so ausgeprägt, auch von anderen Großelementen — Albtrauf, Nordrand des OSM-Sedimentationsraumes, Donau-Anlage — in diesem Raum vollzogen wird. Die Ursache dieser sprunghaften Richtungsänderung ist letztlich in der Heraushebung des Fränkischen Schildes zu suchen. Von Ebermergen dürfte die Kliffinie nördlich der Fundpunkte aufgeschürfter Strandzeugen und OMM-Vorkommen ostwärts in Richtung Graisbach—Lechsend — in geradliniger Ausbildung unter Riesschutt verborgen — ziehen. In diesem Gebiet wurde im Bereich der deutlich mit einer Geländestufe nach Süden gegen Riestrümmermassen abgesetzten, autochthonen Weißjura-Vorkommen (FESEFELDT 1962), die wahrscheinlich zur Kuppenalb gehören, nach OMM-Spuren gesucht (zusammen mit Dr. D. MÜLLER). Die Kliffinie selbst war hier erwartungsgemäß nicht erschlossen, da sie bei dem ständigen Abtauchen nach E im Vorries gemäß konstruiertem Verlauf ungefähr auf Höhe 370 m NN (Abb. 2) liegen dürfte, die Erosion jedoch nur bis 400—395 m NN herabgegriffen hat. Dafür konnten — wenig *nördlich* der vermuteten Kliffinie (GALL 1974b) — am südwestlichen Ortsrand von Graisbach bei Kanalisationsarbeiten in

Höhe des Hauses Nr. 22¹/₁ (415 m NN; 4418700/5401640) Glaukonit und Mikrofossilien führende Schluffsande der OMM nachgewiesen werden.

Im Kanalisationsgraben stand unter Lößlehm in 80 cm Tiefe hellgelbgrüner, glimmerreicher, mergeliger Fein- und Schluffsand an, der sich in Schlämmproben muskovitreich und chlorithaltig erwies. Meeresmolasse wird durch zahlreiche dunkelolivgrüne Glaukonitkörner sowie eine zwar sehr kleinwüchsige, jedoch typische Mikrofauna belegt; ihr schlechter Erhaltungszustand läßt nach Herrn Prof. Dr. H. Hagn neben Vertretern der Familie Polymorphinidae nur die Gattungen *Caucasina, Florilus, Elphidium, Ammonia* und *Cibicides* bestimmen.

Neben der Meeresmolasse in der Ziegelei Berg bei Donauwörth stellen diese Sande SW Graisbach das einzige gesichert autochthone OMM-Vorkommen auf dem Fränkischen Jura und die östlichsten aller autochthonen und ortsfremden OMM-Zeugen auf der Alb überhaupt dar. Durch ihren Nachweis kann die Klifflinie vom Kliffpunkt Ebermergen um nahezu 10 km weiter nach Osten und damit für das gesamte Vorries- und Alb-Gebiet mit einiger Sicherheit festgelegt werden. Ihr Verlauf ist südlich des OMM-Vorkommens Graisbach und südlich Lechsend, aber nördlich Leitheim mit ESE-Streichen anzunehmen. Von hier zieht sie weiter nach Osten in das Gebiet des Donautales, wo sie nur noch in Bohrungen verfolgt werden könnte. Bis zum Moldanubikum dürfte der Verlauf der Klifflinie ähnlich dem von Lemcke (1972, Fig. 1) skizzierten sein.

D. Höhenverlauf der Klifflinie

Auf der Schwäbischen Alb über weite Strecken im Landschaftsbild noch deutlich ausgeprägt, tritt die Klifflinie im Vorries morphologisch nicht mehr in Erscheinung, da sie weitestgehend unter Riestrümmermassen begraben liegt. Nur noch an wenigen, durch tief herabgreifende Erosion freigelegten Stellen kann sie in den größeren Flußtälern gefaßt werden. In den dazwischen liegenden Gebieten ist ein weites Ausbuchten der Klifflinie nach Süden und ein daraus resultierendes fjordartiges Zurückgreifen in die Täler in allen Fällen zu widerlegen; Höhenrücken zwischen Kliffpunkten werden nicht auf Isohypsen des heutigen Reliefs umlaufen, sondern das Kliff zieht geradlinig unter den die Höhenzüge aufbauenden Trümmermassen hindurch (Abb. 1). Geradliniger Verlauf der Klifflinie ist auch dadurch wahrscheinlich, daß alle erschlossenen Kliffpunkte annähernd auf einer ENE-streichenden Geraden liegen, der sich auch der einzige in einer Bohrung nachgewiesene Strandbereich (Amerdingen) zuordnet. Ferner spricht die mehr oder weniger gesicherte tektonische Anlage des Kliffs, erkennbar auch in dem parallelen Verlauf mit anderen Großstrukturen der Süddeutschen Scholle, für geradlinige Ausbildung.

Im Korrelationsdiagramm von Höhenlage und geographischer Position der Kliffpunkte (Abb. 2) liegen diese — entsprechend ihres ursprünglich gleichen Niveaus in Meeresspiegelhöhe — alle auf einer geraden Verbindungslinie; zugleich erweisen sich die berücksichtigten Lokalitäten damit als sichere Kliffpunkte.

Einzig N Staufen, wo nach Mall (1968, 119) angebohrte Weißjura-Gerölle das Kliff kennzeichnen sollen, fällt geringfügig aus dieser Verbindungsgeraden heraus. Sicherlich ist hier in der Anhäufung von Strandgeröllen unmittelbare Kliffnähe angezeigt, ein eigentlicher

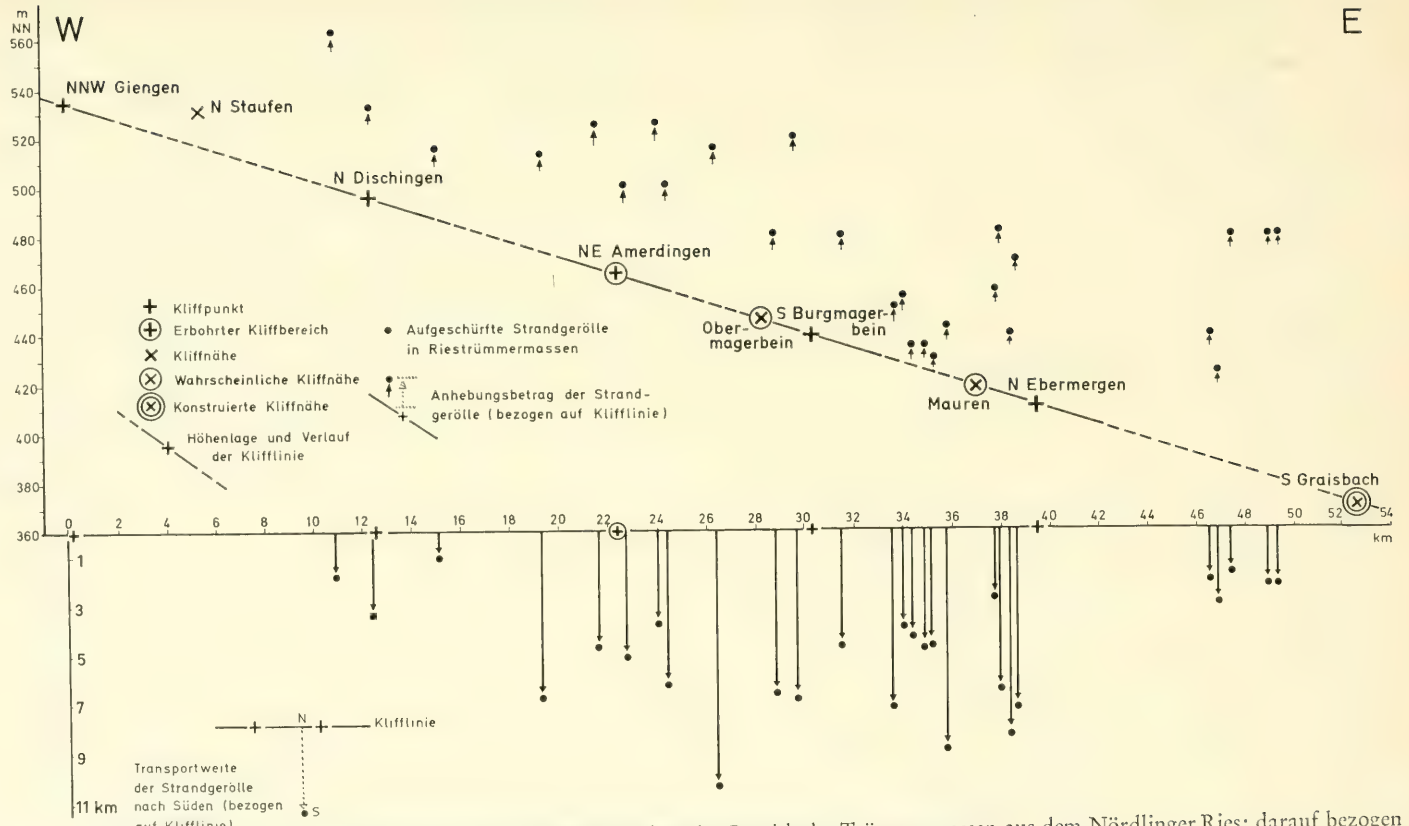


Abb. 2: Höhenlage und Verlauf der Klifflinie der Oberen Meeresmolasse im Bereich der Trümmermassen aus dem Nördlinger Ries; darauf bezogen Anhebungsbeträge und Transportweiten aufgeschürfter Strandgerölle, mit denen eine „Fjordküste der OMM" rekonstruiert worden war.

Kliffpunkt mit angebohrtem Weißjura-Untergrund liegt jedoch nicht vor. Dieser ist etwas tiefer, bei der konstruierten Höhe von ca. 517 m NN zu erwarten (Abb. 2).

Die OMM-Küste verlief ursprünglich horizontal in Meeresspiegelniveau etwa parallel zum Albstreichen. Posthelvetische Heraushebungen und Verstellungen des süddeutschen Raumes lassen heute die Klifflinie im Vorries jedoch in Höhen zwischen 535 und 370 m NN, nach Osten abtauchend, verfolgen. Vom westlichsten gesicherten Kliffpunkt im südlichen Vorries (NNW Giengen) bis zum östlichst erschlossenen (Ebermergen) beträgt die Absenkung nach Osten — durch stärkere Heraushebung im Westen — auf 40 km Entfernung ca. 125 Höhenmeter, bis zum konstruierten Kliffpunkt Graisbach auf 53 km Entfernung 165 Höhenmeter. Das Gefälle nach E liegt demnach bei 0,31 % (= Fallen 0°11'). Gleichermaßen fällt die Transgressionsfläche der OMM generell nach ESE ein (Moos 1925, Hüttner 1961, Schetelig 1962, Fesefeldt 1963, Mall 1968, Gall 1971), was nicht allein auf das Vordringen der OMM nach Norden zurückgeführt werden kann. Auf Blatt Giengen weist die Liegendfläche der OMM nach Mall (1968, Taf. 3) ein Gefälle von 0,47—0,50 % nach ESE auf, auf Blatt Wittislingen ergibt sich aus der auf die OMM-Basis bezogenen Streichkurvenkarte (Hüttner 1961; Fesefeldt 1963, Abb. 6; Gall 1971, 57) ein post-mittelhelvetisches Abtauchen der Molassebasis nach ESE bis E um 55 m auf 13 km (Gefälle 0,42 %). Für den Raum Donauwörth können ähnliche Abkippungsbeträge der OMM-Basis errechnet werden. So zeigt die Transgressionsfläche auf der Linie Kliff Ebermergen (410 m NN) — Brunnenbohrung Riedlingen (370 m NN; Schetelig 1962, 81) — Bohrung Heißesheim (329 m NN; Schetelig 1962, 82) unter Berücksichtigung aller Berechnungsmöglichkeiten ein Gefälle von 0,66 % bis 0,82 % in südöstliche Richtung, auf der weiter östlich gelegenen Linie Ebermergen — Wasserbohrungen Donauwörth (378—386 m NN; Nathan 1955, 43; Schetelig 1962, 80 f.) — entsprechend dem gegen Osten geringer werdenden Abtauchen der Alb — eines von ca. 0,5 %.

Legt man diesen letzteren Gefällswert und die Höhenlage der OMM-Basis im Raum Zirgesheim (Wasserbohrung, 367 m NN; Schetelig 1962, 79) Überlegungen zur Kliffhöhe und -lage im Gebiet E Donauwörth zugrunde, so ist die Klifflinie N Zirgesheim in Höhe 390 m NN und 4,6 km nördlicher Entfernung zu erwarten; nimmt man dagegen den Gefällswert 0,8 % in die Berechnung, so dürfte die Klifflinie ca. 3 km N Zirgesheim ausgebildet sein. Die gute Übereinstimmung dieses rechnerisch ermittelten Kliffverlaufes mit dem zeichnerisch harmonisch an den regionalen Verlauf angepaßten spricht für die hohe Wahrscheinlichkeit der gegebenen Darstellung (Abb. 1).

Gleichzeitig wird auch mit diesen Berechnungen die Vermutung Schetelig's (1962, 63) widerlegt, wonach die OMM im Bereich des Lochbaches bis auf 480 m NN an einem „Kliffpunkt" hinaufreichen und von hier auf 2,5 km Entfernung nach Süden um 113 m absinken soll; der Gefällswert von 4,5 % fällt aus dem Rahmen des im Vorries ermittelten Abtauchens der OMM-Transgressionsfläche, auch unter der Berücksichtigung, daß diese nicht völlig eben war.

Die Übertragung der Verhältnisse im Donauwörther Raum auf das Gebiet um Graisbach läßt — unter der Annahme weitgehend ungestörter Lagerungsverhältnisse — die Klifflinie dort in einer Höhe um etwa 370 m NN erwarten, die bereits im Korrelationsdiagramm der Abb. 2 konstruiert werden konnte. Da das neu entdeckte OMM-Vorkommen aber im Bereich der autochthonen Weißjura-Komplexe

auf Höhe 415 m NN liegt, muß die Klifflinie südlich davon mit etwa ESE-Streichen im Raum zwischen Leitheim—Lechsend verlaufen.

Für die Heraushebung und Verstellung von Klifflinie und Transgressionsbasis der OMM müssen mehrere post-mittelhelvetische Phasen angenommen werden. Die Heraushebung während der Ausformung der Graupensandrinne im Oberhelvet hat daran geringeren Anteil; gleichermaßen wohl die tektonischen Bewegungen, die im höheren Torton die präriesische Erosionsphase (Hüttner 1958, 1961; Gall 1971) auslösten. Entscheidende Bedeutung an jetziger Höhenlage und Verkippung kommt dagegen mit Moos (1925) sicherlich der kräftigen Heraushebung ganz Süddeutschlands etwa vom höheren Unterpliozän an zu.

Alle aufgeschürft und isoliert in Riestrümmermassen gefundenen Strandgerölle, mit denen — zusammen mit hier nicht berücksichtigten OMM-Sedimentschollen unterschiedlichster, oft küstenferner Fazies sowie Austernfunden — die reichgegliederte „Fjordküste des II. OMM-Zyklus'" im Bereich des Vorrieses konstruiert worden war, liegen topographisch höher als die unmittelbar nördlich ihrer Fundpunkte erschlossenen oder konstruierten Bezugspunkte auf der Klifflinie (Abb. 2).

Diese in bisher allen Fällen beobachtete Höhendifferenz ist zwar unterschiedlich groß, jedoch stets darauf zurückzuführen, daß im Bereich der Flächenalb keine Riestrümmermassen unter dem Niveau der Klifflinie, sondern immer nur darüber anzutreffen sind. In der im südlichen Vorries > 100 m mächtigen Schicht der Auswurfsmassen konnten die im Kliffbereich aufgenommenen Gerölle dann durch die Turbulenz des „Überschiebungsvorganges" der Riesgesteine in alle möglichen Höhenlagen gelangen.

Eindrucksvoll zeigt das Korrelationsdiagramm der Abb. 2, daß sich selbst unter Außerachtlassung der tektonischen Stellung der Strandgerölle deren Fundpunkte weder hinsichtlich ihrer Höhenlage noch ihrer geographischen Position sinnvoll zu einer Küstenlinie der OMM verbinden lassen. Aus der unterschiedlichen Höhenlage der Strandgerölle selbst auf engstem Raum müßte auf ein völlig unverständliches, auch tektonisch nicht erklärbares Auf- und Absteigen der Klifflinie — Höhenverlauf gegeben durch die Verbindungslinie der Höhenpositionen aller Geröllfunde und Kliffpunkte — geschlossen werden. Gleichermaßen müßte der paläogeographische Verlauf der Klifflinie ein ständiges, in Richtung und km-Betrag willkürlich und rasch wechselndes Oszillieren zeigen, wie sich aus der Verbindungslinie der geographischen Lage der Kliffpunkte und der Geröllfundpunkte ergibt.

Die Annahme einer Fjordküste als Klifflinie des II. OMM-Zyklus' im südlichen Vorries würde im Autochthon ein hypothetisches Schollenmosaik mit Verkippungen kleinster Teilschollen auf engstem Raum um unterschiedlich streichende Achsen nach ständig wechselnden Richtungen erfordern, deren Existenz unzureichend und einseitig belegt worden war, jetzt aber durch das gleichmäßige Abtauchen der Klifflinie und der OMM-Basis im gesamten S-Vorries ausgeschlossen werden kann. Auch die Ursache dieser tektonischen Bewegungen läge völlig im unklaren, denn „bereits im Mittelmiozän schwach wirksame und zu kleineren Störungen und Zerrüttungszonen führende Vorläuferbewegungen des Riesereignisses" (Andritzky 1963, 78) sind bei der nach dem jetzigen Stand der geowissenschaftlichen Kenntnis wahrscheinlichen Impakt-Entstehung des Nördlinger Rieses auszuschließen.

E. Angeführte Schriften

Ammon, L. v.: Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth-Treuchtlinger Linie. — Geogn. Jh., **16** (1903), 145—184, 16 Abb., München 1904.

Andritzky, G.: Geologische Untersuchungen im Ries auf Blatt Ebermergen. — Dipl.-Arb. Univ. München, 50 S., 5 Abb., 1 geol. Karte, München 1959 — (Mskr.).

Andritzky, G.: Zur Kenntnis der postjurassischen Deckschichten in der Umgebung des Nördlinger Rieses. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **3**, 73—82, 3 Abb., München 1963.

Branco, W.: Das vulkanische Vorries und seine Beziehungen zum vulkanischen Riese bei Nördlingen. — Abh. preuß. Akad. Wiss., **1902**, 132 S., 1 Taf., Berlin 1903.

Dehm, R.: Das Nördlinger Ries und die Meteortheorie. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **2**, 69—87, 2 Abb., München 1962.

Fesefeldt, K.: Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). — Erlanger Geol. Abh., **46**, 80 S., 30 Abb., 2 Tab., 1 Taf., 1 geol. Spezialkarte, Erlangen 1962.

Fesefeldt, K.: Der Obere Malm im südlichen Vorries. — Erlanger geol. Abh., **47**, 33 S., 7 Abb., 1 geol. Spezialkarte, Erlangen 1963.

Fraas, E.: Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **67**, 535—548, 3 Abb., Stuttgart 1911.

Gall, H.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 7328 Wittislingen. — 186 S., 17 Abb., 6 Tab., München 1971.

Gall, H.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des südöstlichen Vorrieses zwischen Höchstädt a. d. Donau und Donauwörth. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **145**, 1, 58 bis 95, Stuttgart 1974 — (1974a).

Gall, H.: Der III. Zyklus der Oberen Meeresmolasse (Helvet) am Südrand der Schwäbisch-Fränkischen Alb. — München 1974 (In Druckvorbereitung) — (1974b).

Geyer, O. F. & M. P. Gwinner: Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. — 223 S., 73 Abb., 7 Tab., 11 Taf., 14 Beil., Stuttgart 1964.

Gwinner, M. P.: Beitrag zur tektonischen Geschichte der Ostalb (Württemberg). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1957**, 262—266, 1 Abb., Stuttgart 1957.

Hüttner, R.: Geologische Untersuchungen im SW-Vorries auf Blatt Neresheim und Wittislingen. — Diss. Univ. Tübingen, 347 S., 74 Abb., 2 Tab., 10 Taf., Tübingen 1958 — (Mskr.).

Hüttner, R.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des östlichen Härtsfeldes (Schwäbische Alb). — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **4**, 49—125, 5 Abb., 1 Taf., 2 Tab., Freiburg i. Br. 1961.

Hüttner, R.: Bunte Trümmermassen und Suevit. — Geologica Bavarica, **61**, 142—200, 26 Abb., 2 Beil., München 1969.

Hüttner, R., Schmidt-Kaler, H. & Treibs, W.: Geologische Übersichtskarte des Rieses und seiner Umgebung 1:100 000. — Exkursionsführer zur geologischen Übersichtskarte des Rieses 1:100 000, 68 S., 14 Abb., 1 Beil., 1 geol. Karte, München 1970.

Jahnel, Ch.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet des Nördlinger Rieses, SW-Teil des Positionsblattes 489 Ebermergen. — Dipl.-Arb. Univ. München, 56 S., 12 Abb., 1 geol. Karte, München 1966 — (Mskr.).

Kiderlen, H.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd. **66**, B, 215—384, 15 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1931.

Klüpfel, W.: Reliefmorphologie und zyklische Landschaftsgenerationen. — Geol. Rdsch., **17**, 6, 401—417, 5 Abb., 1 Tab., Berlin 1926.

Klüpfel, W.: Zur Paläomorphologie des Donaugebietes. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **18**, 66—72, Stuttgart 1929.

Knebel, W. v.: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. — Z. deutsch. geol. Ges., **55**, 23—44, 1 Taf., Berlin 1903—(1903a).

Knebel, W. v.: Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Ries. — Z. deutsch. geol. Ges., **55**, 236—295, 8 Abb., Berlin 1903 — (1903b).

Kranz, W. & K. C. Berz: Die südwestlichen Griese und Bunten Breccien im Vorries auf Blattgebiet Giengen der Württ. Geognost. Karte. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **14** (1925), 148—175, 4 Abb., Stuttgart 1926.

Lemcke, K.: Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., **39**, 95, 29—41, 7 Fig., Basel 1972.

Löffler, R.: Beiträge zur Riesgeologie. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **30**, 92 bis 113, 7 Abb., Stuttgart 1941.

Lutzeier, H.: Beiträge zur Kenntnis der Meeresmolasse in der Ulmer Gegend. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd. **46**, 117—180, 3 Abb., Stuttgart 1922.

Mall, W.: Geologische Untersuchungen auf Blatt Giengen (Schwäbische Ostalb). — Dipl.-Arb. TH Stuttgart, 100 S., 20 Abb., 6 Taf., 1 geol. Karte, Stuttgart 1959 — (Mskr.).

Mall, W.: Die Geologie der Blätter Dettingen am Albuch und Giengen an der Brenz 1:25 000 (Schwäbische Alb). — Arb. Geol.-Paläont. Inst. TH Stuttgart, N. F. **54**, 210 S., 24 Abb., 5 Tab., 6 Taf., Stuttgart 1968.

Moos, A.: Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm a. D. und Donauwörth. — Geogn. Jh., **37** (1923/24), 167—252, 2 Taf., 1 Karte, München 1925.

Müller, E.-D.: Die Oligozän-Ablagerungen im Gebiet des Nördlinger Rieses. — Diss. Univ. München, 249 S., 13 Abb., 4 Taf., 8 Tab., 4 Beil., München 1972 — (Mskr.).

Nathan, H.: Das Tertiär im südlichen bayerischen Vorries. In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000, 42—45, München 1955.

Regelmann, C.: Überschiebungen und Aufpressungen im Jura bei Donauwörth. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., **42**, 43—63, 10 Abb., 1 Karte, Karlsruhe 1909.

Roll, A.: Beobachtungen längs der Küste des burdigalen Meeres auf der Schwäbischen Alb. — Z. deutsch. geol. Ges., **87**, 281—307, 8 Abb., Berlin 1935.

Schalk, K.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Bissingen. — Geologica Bavarica, **31**, 107 S., 80 Abb., 3 Taf., 1 geol. Karte, München 1957.

Schetelig, K.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet der Blätter Donauwörth und Genderkingen. — Geologica Bavarica, **47**, 98 S., 25 Abb., 1 geol. Karte, München 1962.

Schröder, J.: Berichte über die Exkursionen im Anschluß an die Hauptversammlung in Stuttgart im August 1926. 6b. Das Gebiet des südöstlichen Riesrandes. — Z. deutsch. geol. Ges., **78** (1926), 222—269, Stuttgart 1927.

Schröder, J. & R. Dehm: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Harburg. — Abh. naturw. Ver. Schwaben, **5**, 147 S., 3 Abb., 5 Taf., 1 geol. Karte, Augsburg 1950.

Seemann, R.: Versuch einer vorwiegend tektonischen Erklärung des Nördlinger Rieses. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd. **81**, B, 70—214, 7 Abb., 4 Taf., Stuttgart 1939.

Winkler, H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im südlichen Vorries auf Blatt Höchstädt a. d. Donau. — Dipl.-Arb. Univ. München, 53 S., 8 Abb., 1 geol. Karte, München 1966 — (Mskr.).

Xavier, A.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet des Nördlinger Rieses, SW-Teil des Meßtischblattes Neresheim (7228). — Dipl.-Arb. Univ. München, 69 S., 8 Abb., 3 Taf., 1 geol. Karte, München 1969 — (Mskr.).

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 103—128 | München, 15. 12. 1974

Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen
10. Die Grabungen 1970-73
Beiträge zur Sedimentologie und Fauna

Von Volker Fahlbusch, Horst Gall und Norbert Schmidt-Kittler[1])
mit einem Beitrag von R. Dehm

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Die Arbeiten an der Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen konnten in den Jahren 1970 bis 1973 mit jährlichen Grabungen fortgesetzt werden, über deren Ziele, Ablauf und Fortschritte kurz berichtet wird. — Beiträge zur Sedimentologie der Fundschicht ergaben sich aus der Untersuchung der gröberen Komponenten (> 0,5 mm ϕ) eines quantitativ abgebauten Planquadrats. Die Analysenergebnisse werden diskutiert; sie bestätigen im wesentlichen die frühere genetische Interpretation der Fundschicht. — Erste Auswertungen der horizontalen Verteilung einiger Säugergruppen geben Hinweise auf die Abhängigkeit der unterschiedlichen Anreicherung von einem primären Relief. — Angesichts der Bedeutung der Lagerstätte als Säugetierfundstelle werden die Bestimmungsergebnisse mit Angaben zur Häufigkeit für die Mammalia mitgeteilt und durch Bemerkungen zu Ökologie und Alter ergänzt.

Summary

The investigations at the fossil locality of Sandelzhausen were continued during 1970 to 1973 by annual excavations. The aims and progresses are briefly reported. — Analyses of the vertical distribution of coarse material (> 0,5 mm ϕ) from a quantitatively removed „Planquadrat" provided sedimentological contributions for the discussion of the genesis; the results support the earlier genetic interpretation of the fossil bearing bed. — First evaluation of horizontal distribution of some mammal groups demonstrate relations between fossil densities and primary relief. — As the locality is of special interest by its mammals, determinations are communicated; some remarks are given on the ecology and age of the fauna.

[1]) Univ.-Dozent Dr. V. Fahlbusch, Dr. H. Gall und Dr. N. Schmidt-Kittler, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

Inhalt

1. Einleitung. Die Grabungen 1970—73 104
2. Beiträge zur Sedimentologie 106
3. Zur Fundverteilung der Säugetiere 114
4. Bemerkungen zur Fauna 117
5. Literatur 127

1. Einleitung. Die Grabungen 1970—73

Die Fossillagerstätte Sandelzhausen ist derzeit in stratifizierten Sedimenten Süddeutschlands eine der wichtigsten Fundstellen fossiler Säugetiere. Diese werden ergänzt durch eine große Zahl anderer Faunenelemente und einige Pflanzenfunde, welche zur Ökologie und Entstehung der heutigen Lagerstätte wichtige Informationen geliefert haben.

Über die erste Grabung im Sommer 1969 wurde bereits früher berichtet (Fahlbusch & Gall 1970), wobei auch die Methodik der Geländearbeiten geschildert wurde. Die erste Grabungskampagne erfaßte eine Fläche von ca. 20 m² und ein Sedimentvolumen von etwa 30 m³, womit weder von den geborgenen Fossilien, noch von den Daten zur Geologie und Sedimentologie hinreichende Ergebnisse zur Ökologie oder Genese erbracht werden konnten, so daß weitere Aktionen notwendig waren.

Dank der Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Bad Godesberg), teils über ihren Sonderforschungsbereich 53 „Palökologie" an der Universität Tübingen (1970—71, teilweise 1972—73), teils im Normalverfahren (1973), und durch die „Stiftung zur Förderung der Wissenschaften in Bayern" (1972) war es möglich, die Grabungen an dieser einmaligen Fundstelle fortzusetzen. Ein von der Universität München mit dem Grundeigentümer abgeschlossener, aus Haushaltsmitteln des Instituts für Paläontologie und historische Geologie finanzierter Pachtvertrag war eine weitere Voraussetzung für die ungehinderte Geländearbeit.

Ziel der Arbeiten war es, die kombinierte geologisch-paläontologische Datenerfassung über einen flächenmäßig größeren Bereich des ehemaligen Ablagerungsraumes zu ermöglichen und das notwendige umfangreichere Material für paläontologische Spezialuntersuchungen zu gewinnen. Die 1969 erarbeitete Grabungsmethodik (Fahlbusch & Gall 1970, S. 376) hat sich in den folgenden Jahren weitgehend bewährt und konnte — nur unwesentlich verändert — bis jetzt angewendet werden; Abweichungen ergaben sich nur für das Bezugsniveau zur Einmessung der Fossilien und Aufnahme geologischer Profile, bedingt durch fazielle Änderungen der Fundschicht gegen NE und W. 1972 erwies sich eine Korrektur des Grundnetzes durch Einfügung der Planquadrat-Reihe 17a als notwendig (vgl. Abb. 3 u. 4).

Die Dauer der Geländearbeit, die bearbeiteten Flächen (PQ = Planquadrat 1 m²) und die etwa abgegrabenen Fundschicht-Volumina ergeben sich aus folgender Übersicht:

Grabung	Dauer	Fläche	abgebautes Material
1970	13. 7. — 2. 10.	55 PQ	120 m³
1971	13. 7. — 25. 8., 6. 9. — 17. 9.	41 PQ	100 m³
1972	18. 7. — 15. 9.	38 PQ	80 m³
1973	6. 8. — 28. 9.	36 PQ	60 m³

Unter Einbeziehung der Werte aus dem Jahr 1969 ergeben sich seit Beginn der systematischen Grabungen folgende Werte:

1969—1973: Fläche = 190 m² Fundschichtvolumen = 390 m³

Das seit 1972 abnehmende Volumen bearbeiteten Materials pro PQ erklärt sich daraus, daß in den ersten Jahren ebenfalls die höheren Teile der Mergellage abgebaut wurden, da auch diese sich als gering fossilführend erwiesen (Schicht D; vgl. Fahlbusch, Gall & Schmidt-Kittler 1972, Abb. 1). Insbesondere geschah dies auch, um Daten zur Genese, Biostratonomie und Ökologie in gleicher Weise für die gesamte Fundschicht zu erhalten. Bei den späteren Grabungen wurden die relativ fossilarmen höheren Profilteile durch einen Bagger abgeräumt.

Die Ausbeute an Fossilien hat sich seit Beginn der Grabungen — von gewissen Schwankungen in der Horizontalen abgesehen (vgl. S. 116) — nicht wesentlich geändert; mit abnehmender Mächtigkeit der Fundschicht nach Westen ließ sich eine leichte Zunahme der Funddichte pro m³ feststellen. Zuverlässige Angaben zur Zahl der geborgenen Objekte liegen noch nicht vor, da die paläontologische Verwertbarkeit der zahlreichen Knochenfragmente erst nach Abschluß der Spezialbearbeitungen zu beurteilen ist. Überschlagsmäßig kann die Fossilführung mit mindestens 50 paläontologisch verwertbaren Objekten pro Kubikmeter Sediment angegeben werden.

Der im Ostteil der Grube begonnene Abbau der Fundschicht (vgl. Fahlbusch & Gall 1970, Abb. 5) verlief zunächst nach Norden bis zur PQ-Reihe P und Q (Zunahme der Mächtigkeit der Fundschicht dabei auf fast 3 m), seit 1971 erfolgt er auf einem zunehmend schmaleren Streifen nach Westen, um der im Norden mächtigeren Überdeckung auszuweichen und vor allem auch den lithologisch andersartigen Westteil der Grube zu erfassen.

Die Fläche der Grabungsstelle Ost (vgl. Abb. 2), von der 1969 der hangende Kies abgeräumt worden war, konnte im Herbst 1972 wieder eingeebnet werden (bis PQ-Reihe 15). Die 1973 durchgeführte Grabung erfolgte bereits nahe der 1966 probeweise angelegten „Grabungsstelle Mitte".

Im Sommer 1973 wurde durch Mitarbeiter des Instituts für Angewandte Geophysik der Universität München unter der Leitung von Dr. V. Haak mit der Durchführung geophysikalischer Arbeiten begonnen. Ziel dieser Untersuchungen ist es, mit Hilfe der Gleichstromgeoelektrik die Ausdehnung und Mächtigkeit der Fundschicht im Norden der Grabungsstelle zu ermitteln und damit Anhaltspunkte für die Größe des ehemaligen Sedimentationsraumes zu erhalten. Die nach den ersten Auswertungen erkennbar gewordenen methodischen Schwierigkeiten, welche auf eine in zunehmender Entfernung von der Fundstelle mächtigere Überdeckung in abweichender lithologischer Ausbildung zurückzuführen sind, ließen die Erstreckung der Fundschicht vorerst nur bis 30 m nach Norden nachweisen. Die Untersuchungen sollen fortgesetzt werden.

Abschließend möchten wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Vor-

stand des Sonderforschungsbereiches 53 „Palökologie" an der Universität Tübingen und der „Stiftung zur Förderung der Wissenschaften in Bayern" für die eingangs bereits erwähnte Unterstützung unserer Arbeiten auch an dieser Stelle unseren besonderen Dank aussprechen. Er gilt in gleicher Weise Herrn Prof. Dr. R. Dehm, der unsere Bemühungen um die Untersuchung der von ihm entdeckten Lagerstätte in vielfältiger Art unterstützte, sowie dem technischen Personal des Universitäts-Instituts und der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, für die Mitwirkung bei den Grabungen und den umfangreichen präparativen Arbeiten. Besonders danken wir Frau R. Liebreich und den Herren E. Schmieja, H. Mertel, A. Schönfeld und L. Bimmer. Schließlich sei die Mithilfe unserer Kollegen Dr. K. Heissig, Dipl.-Geol. H. Mayr, Dr. A. Yamani und der zahlreichen Studenten dankend erwähnt, die sich mit großem Interesse und Fleiß an den Grabungen beteiligten; namentlich seien genannt: P. Wolff, M. Kindl, H. Rainer, E. Rieber und R. Sonntag. Nicht zuletzt gilt unser Dank der Familie Bergmaier-Karber, auf deren Grund wir die Ausgrabungen durchführen durften.

2. Beiträge zur Sedimentologie

Zielsetzung und Methodik

Zu quantitativen Aussagen über den Gehalt und die Vertikalverteilung von Fossilien und bestimmten Sedimentfraktionen wurde während der Grabungen an der Fossil-Lagerstätte auf bestimmten Planquadraten das Gesteinsmaterial der Fundschicht vollständig und horizontiert entnommen. Die Kenntnis von Korngrößenfazies und Biostratonomie der Fundschicht soll letztlich das sich bereits abzeichnende Bild einer wechselvollen Entstehung der Fossil-Lagerstätte ergänzen und verdeutlichen.

Die hier vorliegenden ersten Ergebnisse der Korngrößen-Verteilung im Vertikalprofil der Fundschicht beschränken sich auf die Fraktionen $> 0{,}5$ mm — aufgegliedert nach Kies- und Grobsand-Gewichtsanteilen, Fossilresten und Kalkkonkretionen, da sie in erster Linie Rückschlüsse auf Genese und Diagenese der Fundschicht erwarten lassen. Der Anteil der Fraktion $< 0{,}5$ mm wurde indirekt über den Schlämmrückstand zwar erfaßt, nicht aber in weitere Fraktionen zerlegt. Dieses soll allerdings zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

Während der planmäßigen Grabung 1969 erfolgte der quantitative Abbau des Fundschicht-Sediments auf Planquadrat 10-G vom Hangenden her in ca. 5 cm mächtigen Lagen bis auf Höhe 60 cm über Fundschicht-Basis herab; lithologisch unterschiedliche Sedimenteinheiten blieben dabei in jedem Falle unvermischt. So wurde auch die „Kohleschicht" C_2 ungeachtet der Schwankungen im Höhenverlauf geschlossen als eine einzige Probe abgenommen. Aus technischen Gründen konnte die Materialentnahme erst im folgenden Grabungsjahr auf dem benachbarten und dadurch in der Faziesabfolge nur geringfügig abweichenden PQ 10-I abgeschlossen werden. Der basale Schotterhorizont der Fundschicht (Schicht A) mußte wegen seiner harten konglomeratischen Verkittung, die weder einen schichtweisen Abbau noch eine sinnvolle Aufbereitung erwarten ließ, zumindest vorerst unberücksichtigt

bleiben. Vorliegende Untersuchungen können so keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben; sie stellen jedoch einen ersten Diskussionsbeitrag und wertvolle Arbeitsunterlagen dar.

Die einzelnen Sedimentproben wurden zunächst getrocknet und gewogen. Die Fraktion < 0,5 mm wurde abgeschlämmt, teils aufgefangen, teils abgegossen und aus der Gewichtsdifferenz bestimmt. Der Schlämmrückstand wurde erneut getrocknet und in die einzelnen Siebfraktionen zerlegt, deren (Gewichts-)prozentuale Verteilung in den Diagrammen der Abb. 1 zusammengestellt ist. Die gröberen Fraktionen (ϕ > 3,15 mm) wurden zudem quantitativ auf Fossilreste und Kalkkonkretionen ausgelesen.

Den Herren cand. geol. Hans-Walter Krug und Winfried Werner möchten wir auch an dieser Stelle für die Ausführung der Korngrößenanalysen danken.

Korngrößen-Verteilungsdiagramme (Abb. 1)

Die Verteilungsdiagramme der Fundschicht lassen auf Grund der starken Anteilsschwankungen sowohl der primären Gesteinskomponenten (Gerölle, Fossilien) als auch der frühdiagenetischen Bildungen (Kalkkonkretionen) auf eine wechselvolle Schichtenfolge schließen; insgesamt fällt jedoch kein Profilabschnitt durch eine völlig abweichende Korngrößenfazies auf.

Die detaillierte Verteilung der einzelnen Korngrößengruppen mit allen ihren Schwankungen im Profil kann den Diagrammen entnommen werden, die generellen Tendenzen der Verteilung sollen jedoch kurz aufgezeigt werden.

Schlämmrückstand > 0,5 mm; ein ausgeprägtes Maximum liegt im Niveau zwischen 25 und 35 cm über 0, zum Hangenden erfolgt bis Niveau 105 bis 115 cm eine nahezu kontinuierliche Abnahme. Im höheren Profilabschnitt werden im Niveau zwischen 125—130 cm und 150—155 cm nochmals Nebenmaxima erreicht. Der Schlämmrückstand erscheint im Diagramm als prozentualer Anteil am Gewicht der gesamten Probe; die Gewichtsdifferenz stellt somit den Anteil der Fraktion < 0,5 mm dar, die sich indirekt proportional zum Schlämmrückstand verhält. Die Anteile der zusammengefaßten Gruppen und der einzelnen Fraktionen sind prozentuale Anteile am Schlämmrückstand (= 100 % gesetzt).

Ungetrennte Fraktionen; die Fraktionen 0,5—2 mm und 2 bis 3,15 mm konnten aus technischen und finanziellen Gründen nicht in Grobsand-Feinkies-Anteil, Fossilreste und Kalkkonkretionen zerlegt werden. Die Analyse ergab für die beiden Fraktionen eine etwa synchron verlaufende Verteilungskurve mit einem Maximum im Niveau um 105 cm, von dem der prozentuale Anteil zum Liegenden immer geringer wird, zum Hangenden zunächst gleichfalls abfällt, dann jedoch nochmals zwei Nebenmaxima erreicht.

Gerölle; die Verteilungskurve des zusammengefaßten Geröllanteils (ϕ> 3,15 mm) zeigt im Vertikalprofil eine deutliche Konzentration im tieferen Abschnitt; vom Maximum an der Basis erfolgt zunächst eine deutliche und kontinuierliche Abnahme bis Niveau 65—70 cm, bis Niveau 85—90 cm baut sich jedoch ein nochmaliger Höchstwert auf. Zum Hangenden tritt die Geröllführung insgesamt zurück, fehlt jedoch in keinem Abschnitt völlig; etwa im Mittelteil des höheren Profilabschnittes zeichnet sich ein Minimum ab.

Der Grobkies-Anteil (ϕ 63—31,5 mm; 31,5—20 mm) ist auf den tiefen Pro-

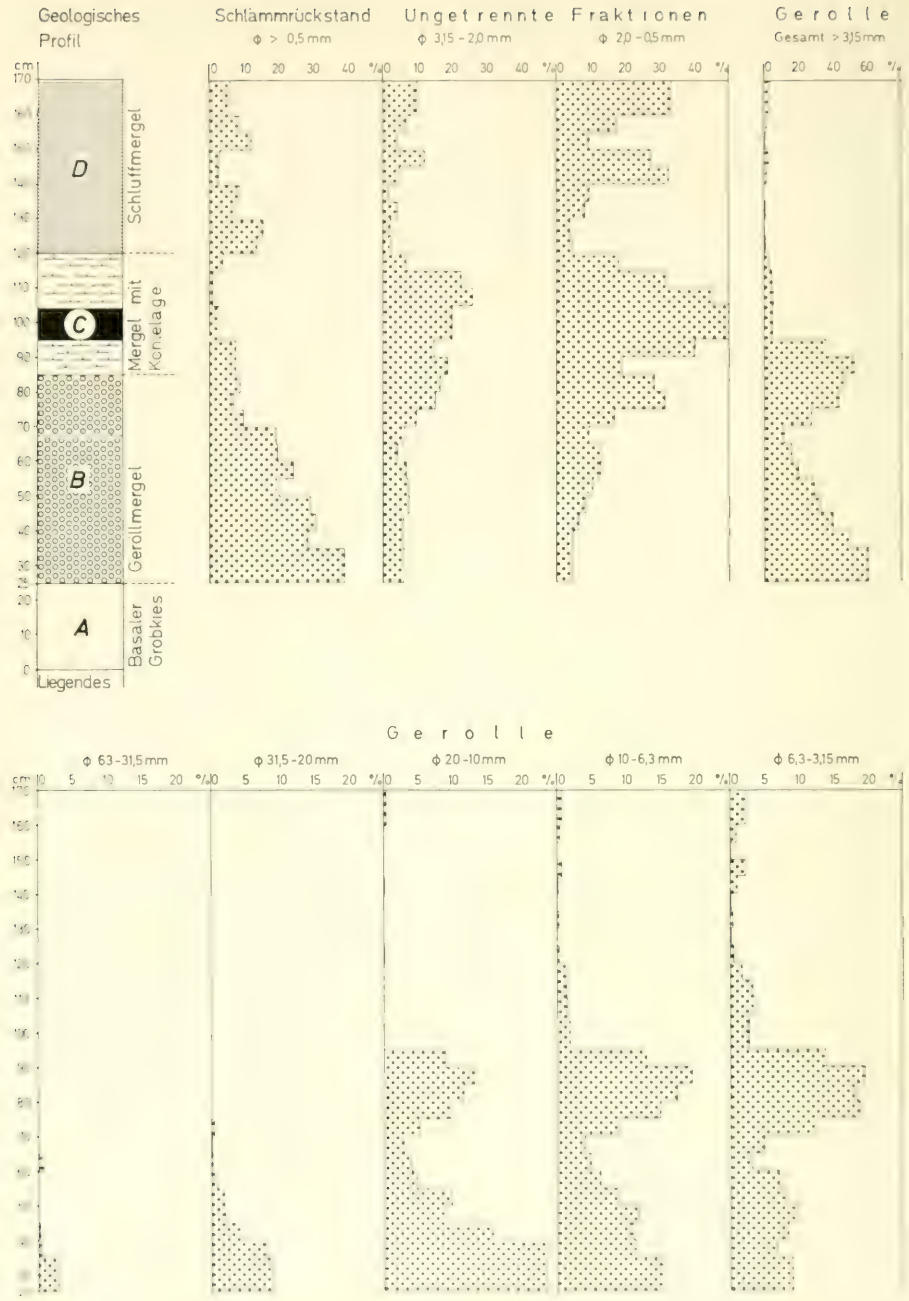


Abb. 1a: Geologisches Profil und Korngrößen-Verteilungsdiagramme der Fundschicht.

Abb. 1b: Korngrößen-Verteilungsdiagramme der Fundschicht

filabschnitt beschränkt; ein Maximum liegt an der Basis, zum Hangenden klingt die Grobkiesführung zunächst allmählich aus, stellt sich aber im Niveau 60—75 cm nochmals mit einem hohen Wert vorübergehend ein. Die kleineren Geröll-Fraktionen greifen in auffallender Weise zunehmend in höhere Profilabschnitte vor; die Fraktion 20—10 mm weist zwar gleichfalls noch an der Basis ein Maximum auf, nach einem bis Niveau 65—70 cm kontinuierlichen Rückgang wird jedoch bei 85 bis 90 cm ein Nebenmaximum erreicht. Dieses wird in den Fraktionen 10—6,3 mm und 6,3—3,15 mm zu einem absoluten Maximum, während an der Basis bzw. im tieferen Profilteil nur noch Nebenmaxima liegen. Im höheren Profilabschnitt ist der Anteil an diesen Fraktionen bei gewissen Schwankungen insgesamt gering und setzt im mittleren Teil vorübergehend sogar ganz aus.

Fossilreste; die Verteilungskurve der zusammengefaßten Fossilreste ($\phi > 3{,}15$ mm) erreicht im Niveau zwischen 95 und 105 cm ein bezeichnendes Maximum. Von hier zeigt sich zum Liegenden eine kontinuierliche Abnahme, desgleichen zum Hangenden bis etwa 120—125 cm, um dann im höheren Abschnitt jedoch nochmal stärkere Anhäufungen aufzuweisen. Insgesamt sind die gesondert dargestellten Vertebratenreste ($\phi > 6{,}3$ mm) ähnlich im Vertikalprofil verteilt. Die gleiche Tendenz in der Häufigkeitsverteilung lassen auch die Gastropoden als zweite wesentliche Faunengruppe erkennen; kleinere Nebenmaxima, vor allem aber Profilbereiche mit ausschließlich oder überwiegend Gastropoden(bruchschill)-Anteil sind deshalb besonders bemerkenswert, als schon wenige schwere Vertebratenknochen bei der gewichtsprozentualen Darstellung einen hohen Gastropodenanteil überdecken können.

Kalkkonkretionen; die prozentuale Verteilung der Konkretionen im Vertikalprofil wurde ermittelt, weil sie auf Litho- und Biofazies der Fundschicht schließen läßt. Die Anteile der einzelnen Fraktionen der Konkretionen zeigen eine auffällige Abhängigkeit vom Tongehalt und von der Gastropodenführung eines Horizontes. Der Vergleich der Diagramme mit der Verteilungskurve des Schlämmrückstandes läßt zumindest tendenziell erkennen, daß in Profilabschnitten mit hohen Anteilen der abgeschlämmten Fraktion $< 0{,}5$ mm (Mittelsand-Ton) der Gehalt an Kalkkonkretionen stark zurücktritt oder völlig aussetzt; zugleich bedeutet dies, daß die Konkretionsführung annähernd direkt proportional dem Gehalt an gröberen Komponenten ist. Überlagert wird diese Erscheinung durch die Abhängigkeit der Konkretionsführung von der Gastropodenhäufigkeit. Im mittleren Profilabschnitt (Niveau etwa zwischen 70 und 115 cm) überdeckt zwar die Lithofazies biofazielle Abhängigkeiten, bezeichnenderweise zeigen jedoch Bereiche im tieferen und höheren Profilteil, in denen die Gastropoden besonders häufig vorkommen, einen wesentlichen Teil des Gesamtfossilinhalts oder auch den gesamten Fossilinhalt allein ausmachen, gleichzeitig auch ausgeprägte Maxima in der Konkretionsführung. Der von Gall (1973) aufgezeigte ursächliche Zusammenhang von Gastropoden und Kalkkonkretionen kann somit auch durch die Verteilungsdiagramme belegt werden.

Geologische Interpretation

Während der systematischen Grabungen wurden laufend detaillierte geologische Profile der Fundschicht aufgenommen; in ihnen lassen sich die Haupthorizonte A, B, C und D ausscheiden, wenngleich mit unterschiedlichen Mächtigkeiten und faziellen Differenzierungen (Fahlbusch & Gall 1970, Fahlbusch et al. 1972). Das geologische Profil des Testplan-

quadrats (vgl. Abb. 1), das mit den Korngrößenanalysen überprüft und ergänzt werden soll, mußte aus mehreren Profilen der Planquadrate 10-G (für den höheren Fundschicht-Abschnitt) und 10-I (für den tieferen Teil von 65 bis 25 cm über Basis) zusammengestellt werden.

Schicht A: Die fazielle Eigenständigkeit des basalen, konglomeratisch verbackenen Grobkieses ist durch Geländebefunde gesichert.

Schicht B: Zur Abgrenzung dieses Schichtenkomplexes nach oben ergibt sich weder aus der Verteilung des Geröllanteils noch des Fossilinhalts — trotz einzelner abweichender Werte im Grenzbereich — ein eindeutiger Hinweis; beide greifen anscheinend mit kontinuierlich sich entwickelnden Anteilen in die Schichtenfolge C hinauf. Nur die Kalkkonkretionen, in Schicht B mit hohen Gewichtsprozenten vertreten, überschreiten in auffälliger Weise nicht die im Gelände gezogene Schichtgrenze zu Komplex C. Innerhalb Schicht B zeichnet sich in den meisten Diagrammen im Bereich um Niveau 70 cm eine abrupte Anteilsänderung ab. Der Schlämmrückstand-Anteil fällt plötzlich deutlich ab; der Gehalt an gröberen Geröllen nimmt im tieferen Teil von Schicht B von einem Maximum an der Basis zum Hangenden allmählich ab, erreicht aber um Niveau 70 cm nochmals ein Nebenmaximum bzw. relativ hohe Werte; für die Geröll-Fraktionen 20 mm bis 3,15 mm jedoch liegt im gleichen Niveau das Minimum des tieferen Profilabschnittes, das vor allem für den zusammengefaßten Geröllanteil $> 3{,}15$ mm deutlich wird. Von besonderer Bedeutung ist, daß auch die Fossilreste, insbesondere der Gesamtanteil und die Gastropodenführung, nach einem kontinuierlich aufgebauten vorläufigen Höchstwert um Niveau 70 cm abrupt zurückgehen, um sich dann wieder bis zum absoluten Maximum anzureichern. Im Niveau zwischen 65 und 60 cm stoßen zwar geologisches Profil und Sedimentproben von PQ 10-G und 10-I aneinander, die Unterschiede in der Sedimentabfolge sind jedoch gering, so daß auf Grund der Korngrößenanalysen im Niveau 70 cm eine Schichtgrenze angenommen werden muß, die die Geröllmergelschicht B in eine untere und eine obere Abteilung trennt (vgl. auch Fahlbusch & Gall 1970, Fahlbusch et al. 1972). Diese bereits im Gelände vollzogene Untergliederung, für die auch die Vertikalverteilung konkretionär aufgeblähter Gastropoden im Profil spricht (Gall 1973), hat allerdings nach bisheriger Kenntnis nur Gültigkeit für den östlichen Teil der Grabungsstelle (vgl. S. 113).

Schicht C: Gegen die liegende Schicht B kann sie aus den Verteilungsdiagrammen nur durch das Ausklingen der Kalkkonkretionsführung abgegrenzt werden. Deutlich hebt sich hingegen innerhalb der Schicht C ein mittlerer Horizont ab, der durch deutlich geringere oder sogar aussetzende Geröllführung, durch das Maximum des Anteils der ungetrennten Fraktion 2—0,5 mm, durch minimale oder fehlende Konkretionsführung sowie durch das hervorstechende Maximum der Fossilführung gekennzeichnet ist. Der Bereich der Hangendgrenze von Schicht C, die damit auch auf Grund der Korngrößenanalysen in 3 Horizonte untergliedert werden kann, zu

Schicht D ist durch einen plötzlich stark erhöhten Anteil an Schlämmrückstand sowie durch ein Minimum der Geröllführung, der ungetrennten Fraktionen und der Fossilführung gekennzeichnet; auch setzt der Anteil der Kalkkonkretionen, insbesondere der gröberen, an dieser Schichtgrenze mit hohen, fast maximalen Werten wieder ein.

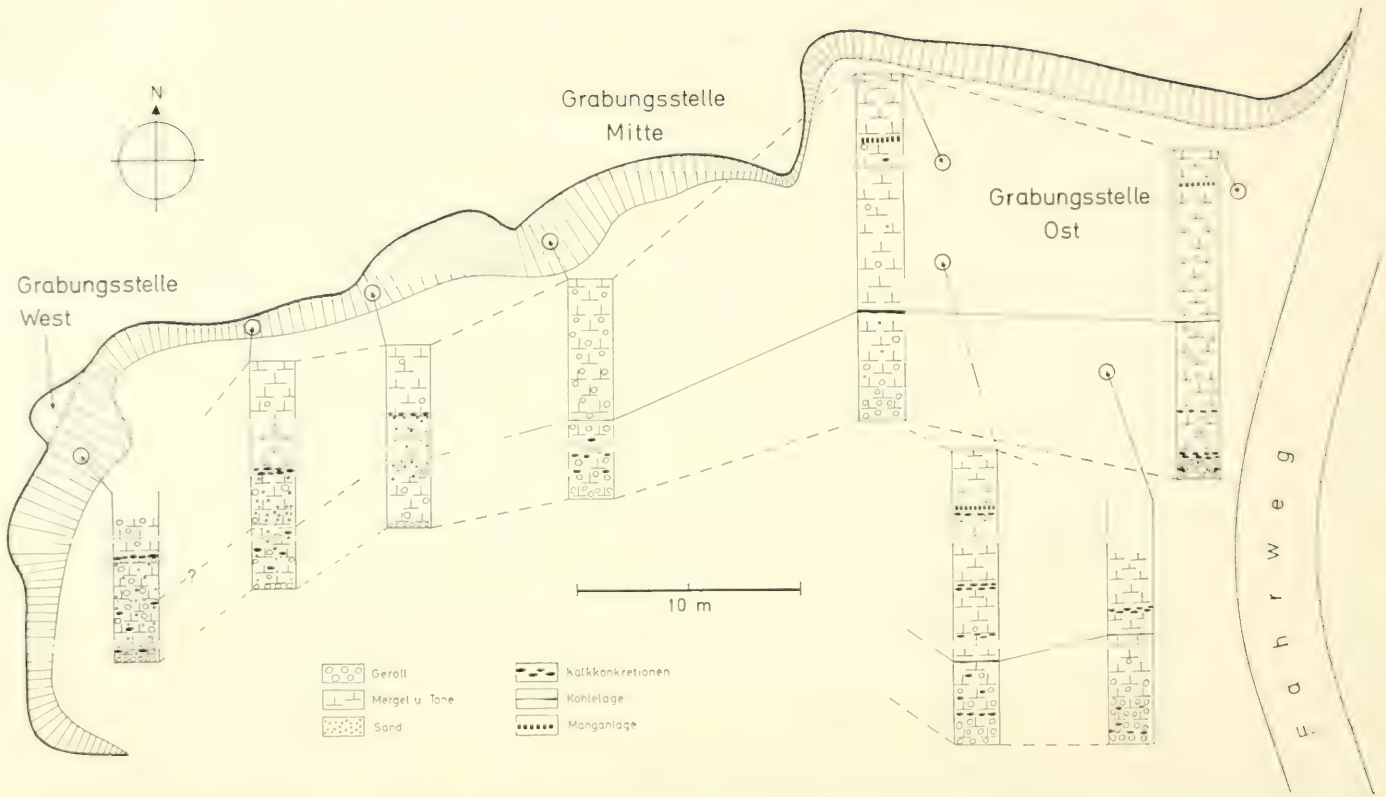


Abb. 2: Der vertikale und laterale Fazieswechsel der Fundschicht in der ehemaligen Kiesgrube Sandelzhausen.

Insgesamt kann so die im Gelände ermittelte Schichtenabfolge der Fundschicht durch die Korngrößenanalysen bestätigt werden; eindeutige Hinweise auf weitere Untergliederungsmöglichkeiten ergaben sich jedoch daraus nicht. Diese gut und deutlich gegliederte Sedimentabfolge der Fundschicht (vgl. auch geol. Profil der Abb. 1) hat allerdings nur Gültigkeit für den mittleren Bereich der Grabungsstelle Ost, in dem das Testplanquadrat liegt. Infolge starken vertikalen und lateralen Fazieswechsels wird eine sichere Parallelisierung von einzelnen Horizonten selbst über geringe Erstreckung hinweg, insbesondere jedoch vom Osten der Grube zu der ebenfalls fossilführenden Schichtenserie im Westen (Abstand ca. 60 m) nur in groben Zügen und mit Vorbehalt möglich gemacht. In Abb. 2 wird anhand einiger schematischer Profile über den gesamten Grubenbereich versucht, diesen Fazieswechsel zu verdeutlichen. Die an der mittleren Grabungsstelle Ost durch die Kohlelage ermöglichte Zweigliederung des Vertikalprofils ist gegen den Ostrand der Kiesgrube nur noch bedingt möglich, gegen Westen wird sie zunehmend unsicherer und schließlich nicht mehr vollziehbar. Die Kohlelage geht nämlich nach Osten in zunächst noch Kohleschmitzen führende Tonmergel, dann — unter Mächtigkeitszunahme — in graubraune Mergel über (vgl. auch Fahlbusch & Gall 1970, Abb. 9); gegen Westen scheint sie durch braune bis braunviolette, geröllführende Sandmergel, die den gesamten tieferen Profilteil prägen können, vertreten zu werden. Selbst die Abgrenzung der Fundschicht gegen den liegenden Nördlichen Vollschotter ist nach bisheriger Kenntnis im Westteil der Grube nicht ohne weiteres möglich. Auch ist in einigen Profilen der Grabungsstelle West die im Osten relativ geröllarme Mergelschicht D zwar in vergleichbarer Fazies ausgebildet, insgesamt scheint jedoch nach den bisherigen Geländebeobachtungen dieser höhere Sedimentabschnitt — wie auch die gesamte Fundschicht — wesentlich geröll- und sandreicher zu sein; dies wäre ein weiteres, nicht zu übersehendes Argument für eine dem Beckenrand oder einer Untiefe bzw. Insel nähere Lage der Grabungsstelle West.

Diesem groben Überblick über die laterale Faziesentwicklung der Fundschicht in der gesamten Kiesgrube werden detaillierte Vergleiche von Horizont zu Horizont folgen können, wenn erst die systematischen Grabungen von Osten her bis in die Grabungsstelle West fortgeschritten sind.

Genetische Aussage

Die Korngrößenanalysen bestätigen die Geländebefunde und deren Interpretation (Fahlbusch et al. 1972), daß die gesamte Schichtenfolge der Fundschicht im wesentlichen auf die gleichen Ablagerungsvorgänge zurückgeht; bei der Entstehung der Fossil-Lagerstätte müssen sich jedoch sehr unterschiedliche Bildungsfaktoren in unregelmäßigen zeitlichen Abständen überlagert haben. Alle Horizonte der Fundschicht führen nämlich sowohl deutliche Geröllanteile als auch hohe Anteile an Sand und Ton (Fraktion $< 0{,}5$ mm), die beide nicht ausschließlich und gleichzeitig durch die Wirkung des stehenden oder fließenden Wassers abgelagert worden sein können. Die tonig-mergeligen Sedimentanteile sind limnische Absätze in Altwassersenken einer weitgespannten Flußlandschaft, belegt u. a. durch die Süßwasser-Gastropodenfauna (Gall 1972); die gröberklastischen Komponenten entstammen vorsortiertem Grobsand- und Kiesmaterial, das in Hochwasserphasen durch einen nahegelegenen Fluß in das Ablagerungsbecken eingeschüttet wurde und

dessen ruhige Entwicklung vorübergehend jäh unterbrach. Die Verteilungsdiagramme lassen erkennen, daß sich diese beiden grundverschiedenen Ablagerungsvorgänge während der Fundschicht-Entstehung mehrfach wiederholten, so ein Sediment vom Typ der Geröllmergel bildeten, sich jedoch in ihrer Dominanz allmählich verlagerten. Im tieferen Profilteil — bis etwa Niveau 95 cm über 0 — erscheint die vorübergehende fluviatile Beeinflussung der limnisch-lakustrischen Sedimentation auf Grund des hohen Anteils an Geröllen nahezu übermächtig. Die prozentuale Verteilung der Gesamtgeröllführung und des Grobkieses zeigt an der Basis des Schichtenkomplexes B mit einem Maximum eine erste, sehr kräftige grobklastische Einschüttung an; zum Hangenden nehmen diese Komponenten infolge Seigerungsvorgängen an Größe und Häufigkeit ab. Ab Niveau 70 cm scheint im Bereich des Testplanquadrats eine nachfolgende ruhige Stillwasserphase durch eine nochmalige kräftige Gerölleinschüttung unterbrochen worden zu sein; die Grobkies-Komponenten liegen hier zwar auch an der Zwischenbasis, die Häufigkeit der kleineren Gerölle nimmt jedoch zunächst zum Hangenden beträchtlich zu, um dann rasch zurückzugehen. Ab Niveau 95 cm über Basis tritt die ruhige limnische Entwicklung des Ablagerungsbeckens in den Vordergrund, doch weisen auch hier Mittel- und Feinkies-Anteile — zum Hangenden zunächst abnehmend, dann wieder stärker vertreten — auf eine insgesamt geringe, phasenweise unterschiedliche Beeinflussung durch fließendes Wasser.

Diese Entwicklung des Ablagerungsbeckens entspricht dem Bild, das bereits aus der Verteilung der Land- und Süßwassergastropoden im Vertikalprofil (Gall 1972) aufgezeigt werden konnte. Von besonderem Interesse ist die Abhängigkeit der konkretionären Aufblähung von Gastropodengehäusen (Gall 1973, Abb. 1) von der Geröllführung. Beide erreichen ihr ausgezeichnetes Maximum im tieferen Profilabschnitt; der ursächliche Zusammenhang liegt darin, daß durch die plötzlichen Einschüttungen von Sediment, speziell Geröllen, die Gastropoden-Lebensgemeinschaften vernichtet und die Bedingungen zu frühdiagenetischen Konzentrationsprozessen geschaffen wurden.

3. Zur Fundverteilung der Säugetiere

In den Jahren 1969 bis 1972 wurde insgesamt eine Fläche von ca. 160 m² abgegraben. Bezogen auf die zu vermutenden Ausmaße des fossilführenden Schichtpakets (von mindestens 100×100 m) handelt es sich nur um einen kleinen Ausschnitt. Wenn dennoch erstmals eine Verteilung der Fossilfunde ausgearbeitet wurde, so in erster Linie, um den bereits bei den Geländearbeiten aufgefallenen Unregelmäßigkeiten hinsichtlich des Ertrages an Säugetierfossilien weiter nachzugehen. Selbstverständlich können deren Ergebnisse nur mit Einschränkung zu einer Deutung der großräumigeren Gesamtsituation brauchbar sein.

Die Verteilung der Fundhäufigkeit wurde inzwischen für die Mastodonten, Anchitherien und Suiden fertiggestellt und bezieht sich auf den unteren Teil der Fundschicht, welcher im Liegenden vom Nördlichen Vollschotter und im Hangenden von der „kohligen Lage" (= C_2) begrenzt wird. Durch die Zusammenfassung der Schichten A, B und C_1 besteht die Gewähr, daß vergleichbare Bildungen der Untersuchung zugrunde liegen, was bei Betrachtung allein der Schicht A oder B durch

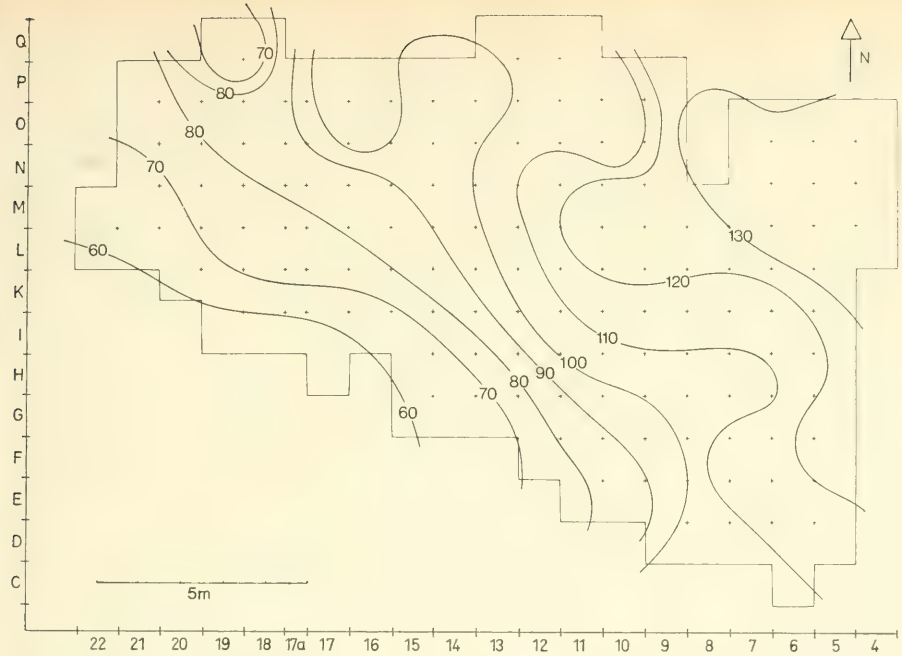


Abb. 3: Mächtigkeitsänderung des unter der Kohlelage befindlichen Teils der Fundschicht (Mächtigkeitsangaben in cm). Erläuterung im Text, Seite 116.

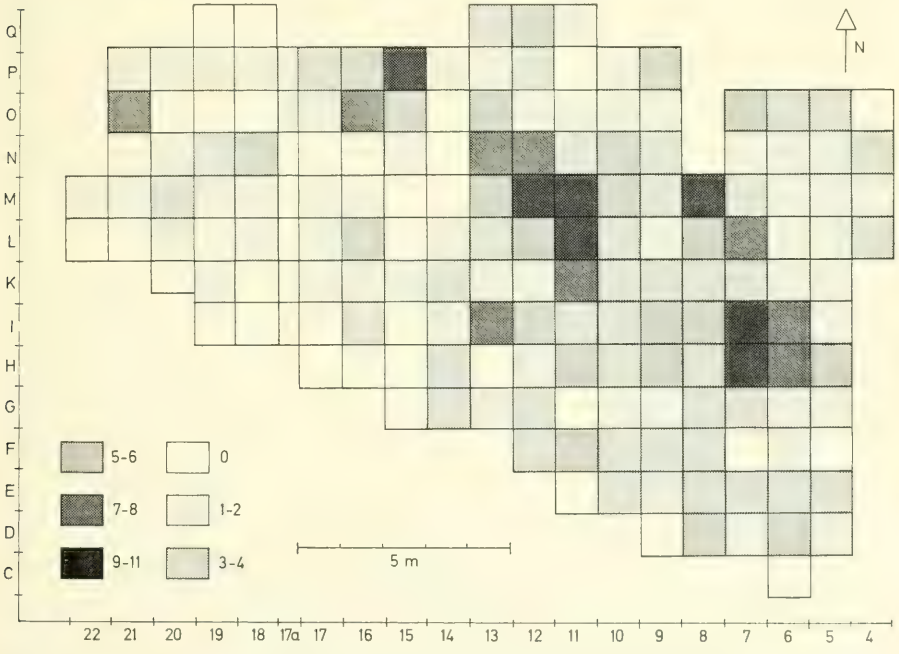


Abb. 4: Verteilung der Funddichte (Anzahl der Funde pro Planquadrat) für die Säugetiergruppen Suidae, Proboscidea und Equidae (Anchitherien) für das im Liegenden der Kohlelage befindliche Schichtpaket. Die Signaturen geben die Anzahl der Funde pro Planquadrat (= 1 m²) an.

ihre z. T. unscharfe hangende bzw. liegende Begrenzung nicht gegeben wäre. Zunächst wurden die Häufigkeitspläne für die Mastodonten, Anchitherien und Suiden gesondert erstellt. Hierbei ergab sich eine weitgehende Entsprechung der Fundverteilungen, so daß sie für die vorliegende Arbeit zu einem einzigen Verteilungsplan zusammengefaßt werden konnten.

In Abb. 4 ist die Fundhäufigkeit der genannten Säugergruppen für alle Planquadrate über die gesamte von 1969 bis 1972 abgebaute Fläche eingetragen (die 1973 geborgenen Reste sind noch nicht vollständig präpariert, so daß auf deren Einbeziehung verzichtet werden mußte). Die Zahl der Funde pro Planquadrat wurde dabei durch entsprechende Signaturen in fünf Häufigkeitsklassen unterteilt. Das Verteilungsmuster des erhaltenen Plans läßt eine Achse größter Funddichte erkennen, welche sich von NW nach SE erstreckt und etwa von PQ 16-P über 11-L nach 7-H verläuft. Daneben ist noch ein schwächeres Maximum erkennbar, welches die gleiche Richtung hat und etwa bei PQ 20-0 beginnend über 16-L nach 7-H verläuft. Dieses zweite, relativ schwächere Maximum läßt sich in gleicher Weise bei den der Darstellung zugrunde liegenden, zunächst getrennt erstellten Verteilungen der drei Ausgangsgruppen feststellen.

Neben der Fossilverteilung wurden auch die Mächtigkeitsänderungen der Fundschicht für den bisher abgegrabenen Bereich ermittelt. Abb. 3 zeigt die örtliche Änderung der Mächtigkeit der fossilführenden Schicht unterhalb der „Kohlelage", also desselben Sedimentpakets, für welches auch die Fundverteilung der Abb. 4 gilt. Zum Zweck der Anschaulichkeit wurden die Punkte gleicher Mächtigkeit der Fundschicht durch Isolinien verbunden. Die sich ergebende Skizze läßt eine Zunahme der Schichtmächtigkeit von SW nach NE erkennen, was durch ein Generalstreichen der Isopachen von NW nach SE angezeigt wird. Weiter ergibt sich, daß die Mächtigkeitszunahme nach NE nicht gleichmäßig erfolgt, sondern im SW- und NE-Teil der betrachteten Fläche etwas geringer ist. Die Mächtigkeitsänderung darf im wesentlichen mit einem primären Relief des Untergrundes erklärt werden, da die Schicht C (Kohlelage), die jetzt geringe Verbiegungen zeigt, ursprünglich sicher mehr oder weniger horizontal gestellt war.

Vergleicht man die Fundhäufigkeit von Abb. 4 mit der Mächtigkeitsänderung des entsprechenden Schichtpakets in Abb. 3, so ergibt sich eine auffallende Übereinstimmung im Streichen der Achse der größten Funddichte einerseits und dem Verlauf der Isopachen andererseits. Es liegt daher nahe, einen Zusammenhang zwischen der Fossilverteilung und der Oberflächengestaltung des engeren Ablagerungsraumes zu vermuten. Dem scheinen jedoch die bisherigen Ergebnisse, wonach der Schichtkomplex A-C_1 nicht als ein homogener Schüttungskörper angesehen werden kann, zu widersprechen. So ist für bestimmte Bereiche im Ostteil der Grube die Unterscheidung der Schicht B in B_1 und B_2 möglich. Zudem treten vereinzelt geringmächtige Linsen von höherem Sandgehalt auf.

Eine gemeinsame Interpretation der Fossilverteilung und des sedimentologischen Befundes ist in der Richtung möglich, daß für den engeren, durch die bisherigen Grabungen erfaßten Ablagerungsraum „Rahmenbedingungen" angenommen werden, die während der Sedimentation zumindest des unter C befindlichen Teils der Fundschicht im wesentlichen erhalten bleiben. Solche konstanten Randfaktoren konnten z. B. dadurch gegeben sein, daß die Strömungsverteilung des Wassers durch eine mehr oder weniger unveränderte Reliefgestaltung des weiteren Ablagerungsraumes im großen und ganzen festgelegt war, so daß die vertikalen und lateralen

Faziesänderungen im Prinzip auf zeitliche Schwankungen der Strömungsintensität und lokale Wirbelbildungen zurückgeführt werden können. Die bisher abgebaute Fläche ist aber insgesamt noch zu klein, um allgemeinere Aussagen über die Fossilverteilung und ihren möglichen Zusammenhang mit dem Relief des Ablagerungsraumes, sowie über deren Ursachen zu erlauben. Die im Westteil der Grube zu beobachtende weitere Mächtigkeitsabnahme der Fundschicht macht immerhin wahrscheinlich, daß die Anreicherung der Vertebratenreste im Randbereich einer Untiefe oder kleinen Insel, wenn nicht gar in Ufernähe erfolgt ist.

4. Bemerkungen zur Fauna

Die reichhaltige Fossillagerstätte Sandelzhausen bietet die Möglichkeit, die ökologischen Faktoren des Lebensraumes der Oberen Süßwasser-Molasse zur Zeit des älteren Obermiozäns zu bestimmen. Daneben kommt ihr als Fundstelle einer umfangreichen Säugetierfauna besondere Bedeutung zu. Daher sollen als Ergänzung der bei Fahlbusch & Gall (1970) gegebenen Übersicht nach kurzen Bemerkungen zu den Evertebraten und Reptilien nur die Säugetiere ausführlicher behandelt werden.[2])

Evertebrata

Die Molluskenfauna mit zwei Lamellibranchiaten- und 49 Gastropodentaxa wurde von Gall (1972) beschrieben und ökologisch wie stratigraphisch ausgewertet. Eine Untersuchung der speziellen Erhaltungszustände bei Gastropoden lieferte zusätzliche Hinweise auf die Genese der Fundschicht (Gall 1973).

Vertebrata

Eine Bearbeitung der zahlreichen, aber sehr fragmentären Reste von Fischen, Amphibien und Vögeln wurde noch nicht begonnen.

Reptilia

Hier sind die Lacertilia und Ophidia ebenfalls noch nicht bearbeitet.

Chelonia: Eine vorläufige Durchsicht der sehr häufigen Schildkrötenreste[3]) ergab, daß der überwiegende Teil ($> 50\ \%$) der Objekte (meist Plattenbruchstükke, selten größere Panzerteile) vorläufig als „*Geochelone*" (echte Landschildkröte, xerotherm, herbivor) bestimmt werden kann. Der Rest verteilt sich etwa gleichmäßig auf *Geoemyda* (Erdschildkröte, feuchte Landbiotope, $\pm$ omnivor), *Mauremys* (überwiegend im Wasser lebend, überwiegend carnivor) und *Trionyx* (Weichschildkröte, ausschließlich im Wasser lebend, carnivor). — Bei der Grabung 1973 wurden

[2]) Da die wenigen von Sandelzhausen vorliegenden Pflanzenreste durch Prof. Dr. W. Jung (in Fahlbusch & Gall 1970, S. 389) aufgeführt wurden und seither nur durch etliche Blattreste von *Podogonium* sp. erweitert werden konnten, soll hier auf die Flora nicht weiter eingegangen werden. Ihre Bearbeitung ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

[3]) Die Durchsicht erfolgte im Oktober 1972 durch Herrn Dr. M. Młynarski, Kraków, dem wir die hier gemachten Angaben verdanken.

große Teile eines 1 m langen Panzers einer Landschildkröte mit Skeletteilen geborgen, sowie der ziemlich vollständige Panzer (12 cm Länge, mit Extremitätenresten) einer Sumpfschildkröte, die als *Clemmydopsis steinheimensis* (Staesche) bestimmt werden konnte.

Crocodilia: Zu den von Scherer (1973) bearbeiteten und als *Diplocynodon* cf. *gracilis* bzw. *Diplocynodon* sp. bestimmten Krokodilresten konnte außer Einzelzähnen weiteres Material nicht gefunden werden.

Mammalia

Die Säugetierreste von Sandelzhausen liegen größerenteils als isolierte Gebißreste oder Einzelzähne und Knochen bzw. Knochenfragmente vor. Im Vergleich zur Zahl der bestimmbaren Knochenreste überwiegen die Einzelzähne und Gebißreste weitaus. Die nachfolgenden Bemerkungen zu den bisher nachgewiesenen Arten basieren vorwiegend auf der Untersuchung von Gebißresten und Zähnen.

Insectivora

Familie Erinaceidae

Galerix aff. *exilis* (Blainville)

Es handelt sich hierbei um den in Sandelzhausen am häufigsten vertretenen Insectivoren. Morphologisch stimmt er gut mit *Galerix exilis* (Blainville) überein. Dies gilt insbesondere auch für den dritten oberen Prämolar, welcher nur einen einzigen Innenhügel besitzt. In den Maßen bleibt dieser Igelvertreter aber deutlich hinter denjenigen von *Galerix exilis* aus Sansan und noch mehr hinter denen von La Grive zurück. Dagegen herrscht Übereinstimmung mit den von Baudelot (1972) für *Galerix sudrae* angegebenen Werten. Ein morphologischer Vergleich mit dieser Form kann sich gegenwärtig nur auf den unteren P_4 stützen, da die Molaren wenig aussagekräftig sind und ein P^3 von *Galerix sudrae* bisher nicht bekannt gemacht wurde. Die von Baudelot für den P_4 angegebene, relativ kräftige und eigenständige Metaconidknospe ist bei der Sandelzhausener Form nicht gegeben.

Galerix sp.

Eine zweite, wesentlich größere *Galerix*-Art ist durch einen einzigen M^1 repräsentiert. Der Zahn zeigt in seinen morphologischen Merkmalen keine Besonderheiten, fällt aber durch seine besondere Größe auf. Er übertrifft mit einer Länge von 3,35 mm und Breite von 4,05 mm die Größenvariation von *Galerix exilis* (Blainville) erheblich (vgl. Engesser 1972, Diagr. j;).

Amphechinus sp.

Ein Vertreter der Gattung *Amphechinus* ist durch drei obere Molaren belegt. In ihren Abmessungen entsprechen sie gut den von Hofmann (1893, S. 21) gemachten Angaben zu *Erinaceus sansaniensis* Lartet von Göriach. Nach den von diesem Autor gegebenen Abbildungen ist aber keine eindeutige Bestimmung möglich. Der von Baudelot (1972) neu beschriebene *Amphechinus ginsburgi* ist etwas größer.

Familie Talpidae

Proscapanus sansaniensis (Lartet)

Dieser von Sansan gut bekannte Maulwurfverwandte ist auch in Sandelshausen durch ein relativ reichhaltiges Material an Einzelzähnen und kleinen Unterkieferstücken nachweisbar.

„Talpa" minuta Lartet

Unter den von Sandelzhausen belegten Talpiden-Humeri lassen sich zahlreiche Exemplare auf Grund ihrer Größe und Morphologie als *„Talpa" minuta* bestimmen. Den Humeri werden mehrere obere und untere Molaren zugeordnet, die in ihrer Form und Größe den von Baudelot (1972) abgebildeten Resten von Sansan vergleichbar sind.

Talpide sp.

Außer den Humeri von *„Talpa" minuta* sind noch mehrere, zu einer etwas größeren Art gehörige Stücke ausgeschlämmt worden. Ihre Länge bewegt sich um 12 mm. Es handelt sich dabei nicht um die von Baudelot als *Proscapanus* sp. beschriebene Form (1972, S. 178, Abb. 63)

Familie Soricidae

Dinosorex sansaniensis (Lartet)

Hierzu liegen bisher ein vollständiger Unterkiefer und zahlreiche Einzelzähne vor. Nachdem es sich um eine im europäischen Obermiozän weit verbreitete Art handelt, war ihr Auftreten auch in Sandelzhausen zu erwarten.

Miosorex grivensis (Depéret)

Die Bestimmung bezieht sich auf zwei Unterkiefer, die in ihren Merkmalen und auch in den Maßen mit der entsprechenden Form aus La Grive vergleichbar sind. Das Foramen mentale liegt unter der Hinterwurzel des P_4, womit eine Identifizierung mit *Miosorex dehmi* Viret & Zapfe nicht in Frage kommt. Von *Sorex gracilidens* Viret & Zapfe ist die vorliegende Form durch die Gestalt des P_4 deutlich verschieden.

Sorex sp.

Ein weiterer, noch etwas kleinerer Soricide (Länge M_1-M_2 ca. 2,6 mm) ist durch mehrere gute Unterkieferstücke belegt. Durch seine P_4-Merkmale ist er als Vertreter der Soricinae ausgewiesen. Das Foramen mentale befindet sich ziemlich weit hinten, nämlich unter der Mitte des M_1, was auf eine stark reduzierte Zwischenzahnregion hindeutet. Unter den beschriebenen Soricinen findet sich keine Form, die zu einem engeren Vergleich herangezogen werden könnte. Einen Unterkiefer mit übereinstimmender Lage des Foramen mentale, aber kleineren Abmessungen hat Engesser (1972, Abb. 13 a) von Sansan als Form A abgebildet. — *Sorex* sp. kommt in zwei Typen vor, wovon der erste eine sehr kräftige Pigmentierung der Zahnspitzen aufweist. Ob der zweite Typ eine weitere Art repräsentiert oder die ursprüngliche Pigmentierung nachträglich verloren hat, ist schwer zu entscheiden.

Familie Dimylidae

Metacordylodon aff. *schlosseri* (Andreae)

Von dieser Art liegt nur ein einzelner M_1 vor. In den Maßen übertrifft er die größeren M_1-Exemplare von Erkertshofen (vgl. Müller 1967, S. 65) nur gering-

fügig und stimmt im Längen-Breiten-Verhältnis mit ihnen überein. Die morphologischen Merkmale weisen jedoch auf die jüngere, progressivere Art hin, wie z. B. das Fehlen eines Einschnitts zwischen Protoconid und Hypoconid und der Verlust der Vertikalfurche auf der Labialwand des Zahnes.

Chiroptera

Familie Vespertilionidae

Vespertilionide sp. 1 und sp. 2

Fledermäuse sind bislang nur mit wenigen Einzelzähnen belegt. Das einschlägige Material läßt sich auf zwei Arten verteilen. Beide sind der Familie Vespertilionidae zuzuordnen, wofür neben der Morphologie der oberen Molaren die Tatsache spricht, daß der Labialarm des Hypoconids auf den Entoconidhügel trifft und nicht hinter diesem endigt.

Vespertilionide sp. 1 stimmt in Größe und Form des unteren Molaren mit dem von Engesser (1972, Abb. 35a und S. 122) beschriebenen *Vespertilio* II weitgehend überein, läßt aber den akzessorischen Höcker auf dem Hypoconid-Vorderarm vermissen.

Der untere Molar des Vespertilioniden sp. 2 besitzt eine schwache Anschwellung auf dem Hypoconid-Vorderarm, ähnlich dem *Vespertilio* sp. III bei Engesser (1972, S. 126, Abb. 35—36), und entspricht diesem auch in der Größe. Er weicht jedoch in der Trigonidregion dadurch ab, daß der Protoconid-Vorderarm mit der Paraconidkante keinen scharfen Winkel bildet, sondern in einem kleinen Bogen in diese überleitet.

Carnivora (von R. Dehm)

Wie meist an tertiären Ablagerungen sind auch in Sandelzhausen die Raubtiere nicht massenhaft, sondern durch Einzelstücke bezeugt: 15 bezahnte Kieferstücke, 8 zusammengehörige obere Zähne, 15 sonstige Einzelzähne und einige wenige Knochenreste. Immerhin verteilen sich diese Funde auf 9 recht verschiedene Raubtiere:

Familie Canidae

Amphicyon major Blainville

8 große Einzelzähne, darunter die bezeichnenden P^4, M^1 und M^2.

Pseudarctos aff. *bavaricus* Schlosser

1 Unterkieferstück mit P_4-M_1 und den Alveolen von C-P_3 und M_2 sowie ein einzelner M_1 könnten zur Art gestellt werden, wenn nicht die Unterkieferhöhe mit 18 mm unter M_1 bedeutend geringer als beim Typusstück mit 26 mm wäre.

Familie Ursidae

Hemicyon (Plithocyon) aff. *armagnacensis* (Ginsburg)

2 obere Molaren.

Familie Mustelidae

Ischyrictis zibethoides (Blainville)

ist das häufigste Raubtier der Fundstelle Sandelzhausen. Von diesem großen Musteliden liegen 7 Unterkieferstücke, 8 zusammengehörige obere Zähne und 3 einzelne

obere Zähne vor und verraten eine ansehnliche Größenvariabilität, die für 4 M_1 17,2 mm ± 8,1 % beträgt und damit derjenigen von 10 M_1 aus dem Obermiozän von Sansan in Frankreich mit 17,1 mm ± 8,7 % gleicht.

Martes filholi (Depéret)

2 Unterkieferstücke gehören der etwas größeren Art an,

Martes munki Roger

1 Unterkieferstück einer etwas kleineren (M_1 = 8,8 mm) und

Martes pusilla Viret

1 Unterkieferstück einer ganz kleinen Art (M_1 = 5,2 mm).

Familie Viverridae

Jourdanictis grivensis Viret

1 Unterkieferstück

Familie Felidae

Pseudailurus quadridentatus (Blainville)

Je 1 bezahntes Unter- und Oberkieferstück.

Proboscidea

Auf das Fehlen von *Dinotherium* in Sandelzhausen und die mögliche stratigraphische Bedeutung dieses Befundes wurde von Schmidt-Kittler (1972, S. 93) hingewiesen

Familie Gomphotheriidae

Gomphotherium angustidens subtapiroides (Cuvier)

Die bis 1971 geborgenen Reste (wenige Kieferfragmente, etliche Einzelzähne) dieser Form wurden von Schmidt-Kittler (1972) bearbeitet. Seither konnte das Material um über 30 vollständige Zähne und viele Bruchstücke ergänzt werden. Hierbei überwiegen — als Folge der speziellen Transportmechanismen bei der Entstehung der Lagerstätte — wiederum (Schmidt-Kittler 1972, S. 94) Prämolaren und Milchzähne, welche an anderen Fundstellen nur sehr selten anzutreffen sind.

Familie Mastodontidae

Zygolophodon turicensis (Schinz)

Nur durch das Fragment eines M_3 belegt (Schmidt-Kittler 1972, S. 89).

Perissodactyla

Familie Equidae

Anchitherium aurelianense (Cuvier)

Mit 15 Zahnreihen, ca. 160 Einzelzähnen und 130 Knochenresten (davon 25 Astragali) ist diese Art gut belegt. Die Objekte unterscheiden sich nicht von den Belegstücken anderer obermiozäner Fundorte. Ob entsprechend den Ergebnissen Steininger's (1963) auch die Gebißreste von *Anchitherium* im Laufe des Obermio-

zäns eine phylogenetische Entwicklung erkennen lassen, kann erst durch eine Spezialbearbeitung geklärt werden.

Familie Chalicotheriidae

Metaschizotherium bavaricum R. v. Koenigswald

Zu dieser bis jetzt noch ungenügend bekannten Art wurden — vermutlich zu einem Individuum gehörig — die linke Maxilla (P^3—M^3) und der linke und rechte Unterkiefer (P_2—M_3) gefunden, außerdem 11 isolierte Backenzähne und 5 Phalangen. Die Backenzähne sind etwas kleiner als die von *Metaschizotherium fraasi* von Steinheim und zeigen die für *Metaschizotherium bavaricum* charakteristischen Merkmale (R. v. Koenigswald 1932, S. 10).

Familie Rhinocerotidae

Mit bisher knapp 2000 Einzelobjekten sind die Nashorn-Verwandten die weitaus häufigste Säugetiergruppe in Sandelzhausen. Auf Grund einer ersten Übersicht von Heissig (1972) sind folgende Formen vertreten:

Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi Heissig
Prosantorhinus germanicus (Wang)[4])
Didermocerus sansaniensis (Lartet)

Artiodactyla

Familie Suidae

Hyotherium soemmeringi H. v. Meyer

Mit mehreren Schädel- und Unterkieferresten sowie zahlreichen Einzelzähnen ist das Material von Sandelzhausen das bisher reichste und vollständigste dieser Art. Es wurde durch Schmidt-Kittler (1971) eingehend bearbeitet. Neue Funde (Kieferreste und Zähne) lieferten keine zusätzlichen Ergebnisse.

Familie Tayassuidae

Taucanamo pygmaeum (Depéret)

Als zweiter Vertreter der Suoidea ist diese Art bisher nur durch einen einzigen, stark abgekauten M^2 (L = 10,2, B = 9,9 mm) vertreten.

Familie Tragulidae

Dorcatherium crassum (Lartet)

Diese von etlichen Molasse-Fundstellen bekannte Art ist auch in Sandelzhausen mit mehreren Zahnreihen und zahlreichen Einzelzähnen gut belegt.

Familie Cervidae

Euprox furcatus (Hensel)

Etliche Zahnreihen und viele Einzelzähne gehören dieser, in der Molasse häufigen Art an. Mehrere Geweihreste dagegen gleichen am ehesten den als

[4]) Der von Heissig (1972) vorgeschlagene Gattungsname *Brachypodella* mußte wegen Präokkupation geändert werden (vgl. dazu Heissig 1974).

Heteroprox larteti (Filhol)

bzw. *Heteroprox* n. sp.? (Dehm 1944, S. 90) beschriebenen Stücken. Auf die Problematik der Zuordnung von Gebiß- bzw. Geweihresten zu *Euprox* und *Heteroprox* kann hier nicht eingegangen werden.

Familie Lagomerycidae

Lagomeryx parvulus (Roger)

Von diesem kleinen Artiodactylen fanden sich ein verdrückter Schädel mit vollständigen Backenzahnreihen, einige Unterkieferstücke und viele Einzelzähne.

Lagomeryx pumilio (Roger)

als noch kleinere Art ist nur aus wenigen Unterkieferfragmenten und zahlreichen Einzelzähnen bekannt. Für ein winziges Krönchengeweih ist wahrscheinlich, daß es ebenfalls hierher zu stellen ist.

Familie Palaeomerycidae

Palaeomeryx eminens H. v. Meyer

Eine vollständige Unterkieferzahnreihe und 7 Einzelzähne sind neben wenigen Knochen die bisher einzigen Reste dieses großen Giraffen-Verwandten.

Lagomorpha

Familie Ochotonidae

Von wenigen Kieferfragmenten abgesehen, liegen für die Pfeifhasen-Verwandten viele hundert, aus Schlämmproben stammende Einzelzähne vor, welche jedoch häufig abgerollt oder zerbrochen sind.

Prolagus oeningensis (Koenig)

ist, nach der Häufigkeit der vorderen Prämolaren zu schließen, die weit überwiegende Art, während daneben

Lagopsis verus (Hensel)

relativ seltener anzutreffen ist.

Amphilagus fontannesi (Depéret)

Dieser altertümliche, relativ große Ochotonide ist bisher nur durch fünf isolierte Backenzähne (darunter 2 P_3) belegt.

Rodentia

Auch bei den Nagetieren handelt es sich fast ausschließlich um Einzelzähne, die sämtlich aus Schlämmproben gewonnen wurden.

Familie Sciuridae

Heteroxerus sp.

Eine artliche Zuordnung der zahlreichen Einzelzähne soll einer Spezialbearbeitung vorbehalten bleiben.

Spermophilinus bredai (H. v. Meyer)

Auch diese, in der Oberen Süßwasser-Molasse häufige Art ist in Sandelzhausen durch über hundert Einzelzähne nachgewiesen.

„*Sciurus*“ sp.

Weniger häufig als die beiden vorherigen Arten ist ein kleiner Vertreter der Sciuriden, dessen Gattungs- und Artzugehörigkeit fraglich ist.

Cryptopterus sp.

Etliche isolierte Backenzähne belegen eine — unter den Sandelzhausener Sciuriden seltene — Art mittelgroßer Flughörnchen mit den Merkmalen der Gattung *Cryptopterus*, jedoch deutlich kleiner als *Cryptopterus lappi* aus Vieux Collonges.

Familie Castoridae

Steneofiber jaegeri (Kaup)

Als einzige, in ihrer Lebensweise eng an das Wasser gebundene Säugetierart konnte in Sandelzhausen dieser Biber-Verwandte gefunden werden, und auch von ihm nur zwei Backenzähne und ein Schneidezahnfragment.

Familie Gliridae

Die Schlafmaus-Verwandten sind mit ca. 300 Einzelzähnen Bestandteil einer umfangreicheren Bearbeitung der miozänen Gliriden Süddeutschlands durch Herrn Dipl.-Geol. H. Mayr und sollen dort ausführlich behandelt werden. Sie verteilen sich auf 6 Arten:

Glis sp.
Microdyromys sp. 1
Microdyromys sp. 2
Dryomys sp. 1
Dryomys sp. 2
Peridyromys sp.,

wobei die drei letzten Arten den Hauptteil des Materials bilden.

Familie Eomyidae

Keramidomys carpathicus (Schaub & Zapfe)

Einzelheiten über diese mit 25 Backenzähnen belegte Art sollen in einer vor dem Abschluß stehenden Bearbeitung der obermiozänen Eomyiden Süddeutschlands beschrieben werden.

Familie Cricetidae

Das von Fahlbusch (1964) beschriebene Material (91 Zähne) dieser in der Oberen Süßwasser-Molasse stets häufigsten Nagergruppe konnte um mehr als 700 Zähne erweitert werden und soll Inhalt einer gesonderten Untersuchung sein. Außer den bereits bekannten Formen

Cotimus bifidus Fahlbusch
Democricetodon minor gracilis Fahlbusch
Democricetodon affinis mutilus Fahlbusch
Megacricetodon aff. *schaubi* Fahlbusch

konnten zusätzlich als seltenere Formen gefunden werden:

Cotimus medius (Lartet)

und

Megacricetodon gregarius aff. *bavaricus* Fahlbusch

Diese letzte Art entspricht in ihrer Entwicklungshöhe derjenigen der Zähne von Roßhaupten/Jettingen (vgl. Fahlbusch 1964, S. 102).

Zusammenfassend ergibt sich für die bis jetzt in der Fundschicht von Sandelzhausen nachgewiesenen Säugetiere folgende Liste:

Insectivora:

Galerix aff. *exilis* (Blainville)
Galerix sp.
Amphechinus sp.
Proscapanus sansaniensis (Lartet)
„*Talpa*" *minuta* Lartet
Talpide sp.
Dinosorex sansaniensis (Lartet)
Miosorex grivensis (Depéret)
Sorex sp.
Metacordylodon aff. *schlosseri* (Andreae)

Chiroptera:

Vespertilionide sp. 1
Vespertilionide sp. 2

Carnivora:

Amphicyon major Blainville
Pseudarctos aff. *bavaricus* Schlosser
Hemicyon (Plithocyon) aff. *armagnacensis* (Ginsburg)
Ischyrictis zibethoides (Blainville)
Martes filholi (Depéret)
Martes munki Roger
Martes pusilla Viret
Jourdanictis grivensis Viret
Pseudaelurus quadridentatus (Blainville)

Proboscidea:

Gomphotherium angustidens subtapiroides (Cuvier)
Zygolophodon turicensis (Schinz)

Perissodactyla:

Anchitherium aurelianense (Cuvier)
Metaschizotherium bavaricum R. v. Koenigswald
Aceratherium (Dromoceratherium) fahlbuschi Heissig
Prosantorhinus germanicus (Wang)
Didermocerus sansaniensis (Lartet)

Artiodactyla:

Hyotherium soemmeringi H. v. Meyer
Taucanamo pygmaeum (Depéret)
Dorcatherium crassum (Lartet)
Euprox furcatus (Hensel)
Heteroprox larteti (Filhol)
Lagomeryx parvulus (Roger)
Lagomeryx pumilio (Roger)
Palaeomeryx eminens H. v. Meyer

Lagomorpha:

Prolagus oeningensis (König)
Lagopsis verus (Hensel)
Amphilagus fontannesi (Depéret)

Rodentia:

Heteroxerus sp.
Spermophilinus bredai (H. v. Meyer)
„*Sciurus*" sp.
Cryptopterus sp.
Steneofiber jaegeri (Kaup)
Glis sp.
Microdyromys sp. 1
Microdyromys sp. 2
Dryomys sp. 1
Dryomys sp. 2
Peridyromys sp.
Keramidomys carpathicus (Schaub & Zapfe)
Cotimus medius (Lartet)
Cotimus bifidus Fahlbusch
Democricetodon minor gracilis Fahlbusch
Democricetodon affinis mutilus Fahlbusch
Megacricetodon aff. *schaubi* Fahlbusch
Megacricetodon gregarius aff. *bavaricus* Fahlbusch

Zur Ökologie der Säugetierfauna: Die bisher in Sandelzhausen nachgewiesenen Säugetiere bilden ökologisch eine recht einheitliche Vergesellschaftung. Trotz des sicheren Nachweises der Existenz eines ehemaligen Gewässers ist *Steneofiber jaegeri* die einzige, eng an das Wasser gebundene Säugerart; daß auch sie sehr selten ist, kann seinen Grund darin haben, daß es sich um ein stehendes bis schwach fließendes Gewässer gehandelt hat (Gall 1972, S. 26). Alle anderen Arten können als Bewohner unterschiedlich feuchter, nicht zu dichter Laub- oder Mischwälder bezeichnet werden. Aus den reichlichen Belegen für *Hyotherium*, vielleicht auch aus dem Vorkommen von *Metaschizotherium*, kann auf das Vorhandensein von stärker sumpfigen Regionen in der näheren Umgebung geschlossen werden. Es fehlen andererseits jegliche Belege von Formen, für welche eine Existenz ausgedehnter offener, trockenerer Standorte zu fordern wäre. Auch aus dem reichlichen Vorkommen von Cricetiden und Ochotoniden, welche heute in derartigen Regionen le-

ben, darf nicht auf weite Trockengebiete geschlossen werden, da diese Gruppen während des Jungtertiärs vermutlich noch andere Biotope bewohnten. Daß trockenere Areale geringerer Ausdehnung im Hinterland dennoch vorhanden waren, was aus anderen Fossilgruppen *(Celtis, Podogonium,* wenige Gastropoden, manche Schildkröten) geschlossen werden muß, wird durch die säugetierpaläontologischen Befunde nicht widerlegt.

Zum Alter der Fauna: Obwohl eine Detailbearbeitung des größeren Teils der Säugetierfauna noch aussteht, kann eine Eingrenzung ihrer Altersstellung bereits vorgenommen werden. Mit primitiveren Artiodactylen *(Heteroprox, Lagomeryx)* enthält die Fauna noch Elemente, die für die „ältere Serie" Dehm's (1955) bezeichnend sind. Das Fehlen von *Dinotherium bavaricum,* sowie *Brachypotherium* (vgl. Heissig 1972, S. 75) ist ein weiteres Kriterium für die Zuordnung zur älteren Serie. Aus den Cricetiden (besonders *Megacricetodon gregarius* aff. *bavaricus*) ergibt sich andererseits, daß die Fauna von Sandelzhausen sicher jünger ist als die ältesten der Oberen Süßwasser-Molasse (z. B. Langenmoosen, Hesselohe).

Bei Vergleichen mit klassischen Säugetierfundstellen ist festzustellen, daß Sandelzhausen deutlicher älter ist als La Grive oder Steinheim und der Fauna von Sansan am nächsten steht, was auch durch die Bearbeitung der Mollusken unterstützt wird (Gall 1972, S. 21). Ob die Sandelzhausener Fauna derjenigen von Sansan exakt entspricht oder ob sie höher (wie sich nach den Gastropoden ergibt) einzustufen ist, kann erst nach einer Spezialbearbeitung weiterer Säugetiergruppen entschieden werden.

Die geologische Situation der Fundstelle ermöglicht eine gewisse Aussage zum absoluten Alter: Für die in Niederbayern verbreiteten Bentonite (verwitterte Glastuffe) konnte „aus dem Lager Mainburg" ein Spaltspurenalter von $14.6 \pm 0.8 \times 10^6$ Jahren ermittelt werden (Gentner et al. 1969). Die der Fundstelle nächstgelegenen Vorkommen dieser horizontbeständigen Bentonite befinden sich etwa 4 km südöstlich bei Großgundertshausen (vgl. Gregor in Fahlbusch & Gall 1970, Abb. 3) in einer Höhe von ca. 485 m NN. Die Sandelzhausener Fundschicht (Basis bei 443,5 m NN) liegt also etwa 40 m unter dem Niveau der Bentonite. Da über den Zeitraum, welchen die Ablagerung des 40 m mächtigen fluviatilen Nördlichen Vollschotters beanspruchte, keine Aussagen zu machen sind, kann (nur) das Mindestalter der Sandelzhausener Fauna mit etwa 15 Millionen Jahren angegeben werden.

5. Literatur

Als Publikationen über die Fundstelle Sandelzhausen sind unter dem Titel „Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen" bisher folgende Einzelarbeiten erschienen:

Fahlbusch, V. & Gall, H.: 1. Entdeckung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **10**, 365—396, 9 Abb., 1 Taf., München 1970.

Fahlbusch, V., Gall, H. & Schmidt-Kittler, N.: 2. Sediment und Fossilinhalt — Probleme der Genese und Ökologie. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1972** (6), 331—343, 1 Abb., Stuttgart 1972.

Schmidt-Kittler, N.: 3. Suidae (Artiodactyla, Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **11**, 129—170, 23 Abb., 2 Taf., München 1971.

Gall, H.: 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung. — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **12**, 3—32, 3 Abb., 1 Tab., München 1972.

Heissig, K.: 5. Rhinocerotidae (Mammalia), Systematik und Ökologie. — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **12**, 57—81, 2 Abb., 1 Taf., München 1972.

Schmidt-Kittler, N.: 6. Proboscidea (Mammalia). — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **12**, 83 bis 95, 3 Abb., 2 Taf., München 1972.

Herold, R. & Ibrahim, A. H.: 7. Über die Einregelung der Fossilien. — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **12**, 125—135, 2 Abb., 3 Tab., München 1972.

Gall, H.: 8. Konkretionäre Aufblähung von Gastropodengehäusen. — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **13**, 3—18, 1 Abb., 1 Taf., München 1973.

Scherer, E.: 9. Crocodilia. — Mitt. Bayer. Staatsslg. etc., **13**, 103—114, 2 Abb., 1 Taf., München 1973.

Weitere im Text angeführte Literatur:

Baudelot, S.: Etude des Chiroptères, Insectivores et Rongeurs du miocène de Sansan (Gers). — Thèse Univ. Toulouse, **496**, 364 + XVI S., 90 Abb., 32 Tab., 16 Taf., Toulouse 1972.

Black, C. C.: Tertiary Sciuridae (Mammalia: Rodentia) from Bavaria. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **6**, 51—63, 3 Taf., München 1966.

Dehm, R.: Frühe Hirschgeweihe aus dem Miocän Süddeutschlands. — N. Jb. Min. etc., Mh. Abt. B, **1944**, 81—98, 11 Abb., Stuttgart 1944.

Dehm, R.: Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erläuter. Geol. Übersichtsk. d. Süddeutsch. Molasse, Bayer. Geol. Landesamt München, 81—88, München 1955.

Engesser, B.: Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwil (Baselland). — Tätigkeitsber. Naturforsch. Ges. Baselland, **28**, 35—363, 134 Abb., 6 Tab., 38 Diagr., 6 Taf., Liestal 1972.

Fahlbusch, V.: Die Cricetiden (Mamm.) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Mat.-naturw. Kl., N. F. **118**, 1—136, 67 Abb., 7 Taf., München 1964.

Gentner, W., Storzer, D. & Wagner, G. A.: Das Alter von Tektiten und verwandten Gläsern. — Naturwiss., **56**, 255—260, Würzburg 1969.

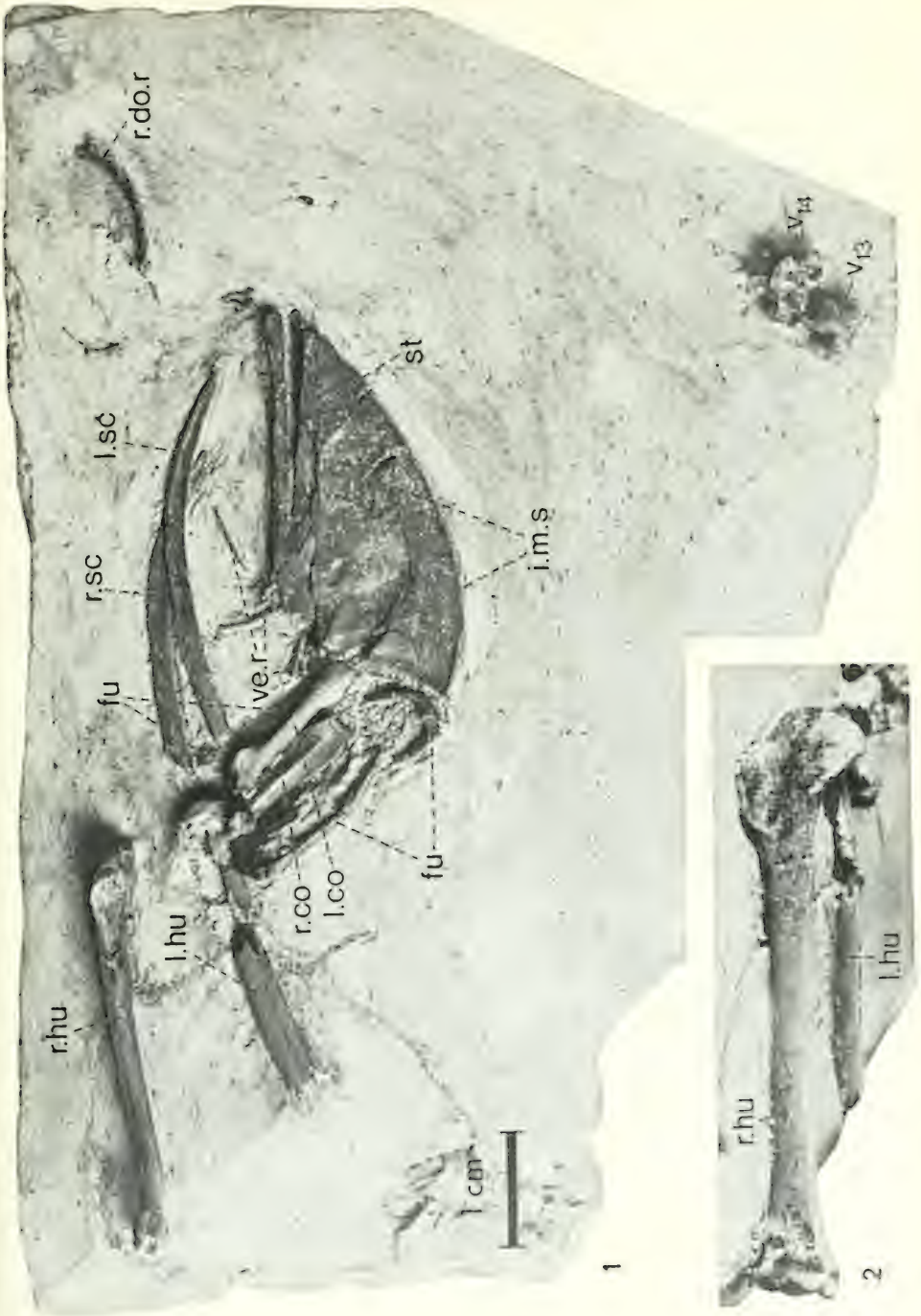
Heissig, K.: *Prosantorhinus* pro *Brachypodella* Heissig, 1972 (Rhinocerotidae, Mammalia) (= non *Brachypodella* Beck 1837 [Gastropoda]). — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **14**, S. 37, München 1974.

Hofmann, A.: Die Fauna von Göriach. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., **15** (6), 1—85, 17 Taf., Wien 1893.

Koenigswald, G. H. R. v.: *Metaschizotherium fraasi* n. g. n. sp., ein neuer Chalicotheriide aus dem Obermiocän von Steinheim a. Albuch. — Palaeontographica, Supp.-Bd. **8** (8), 1—24, 1 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1932.

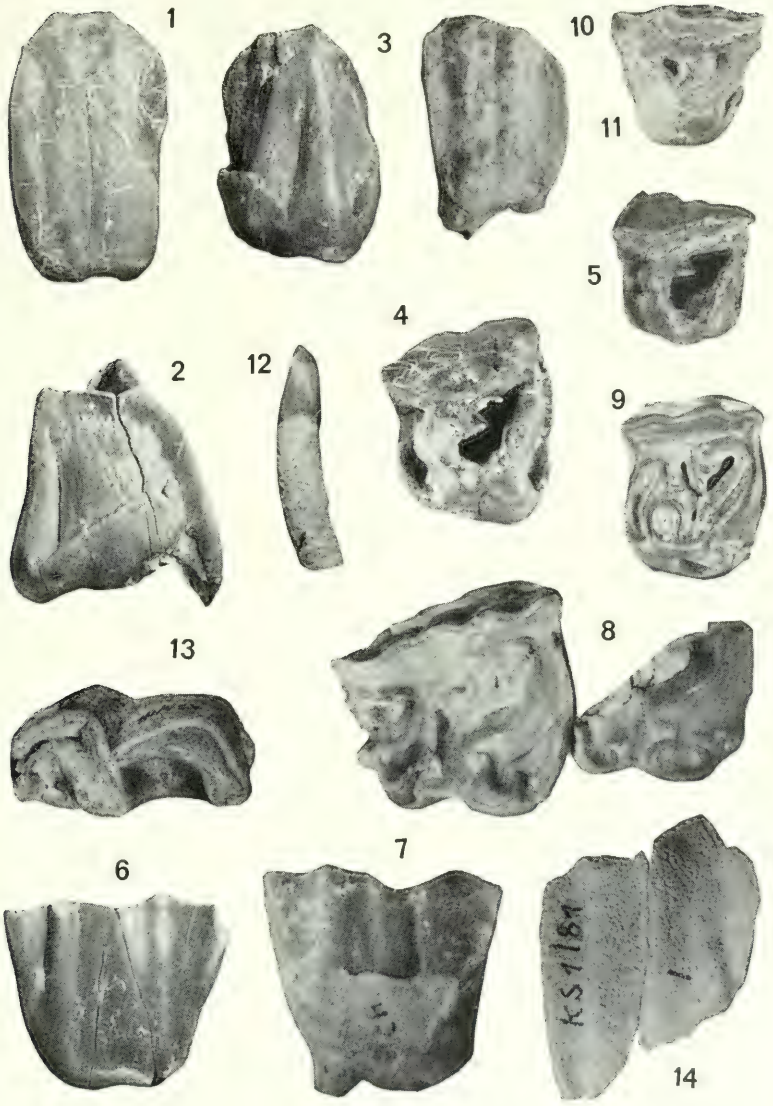
Müller, A.: Die Geschichte der Familie Dimylidae (Insectivora, Mamm.) auf Grund der Funde aus tertiären Spaltenfüllungen Süddeutschlands. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., N. F. **129**, 1—93, 19 Abb., 42 Tab., 3 Taf., München 1967.

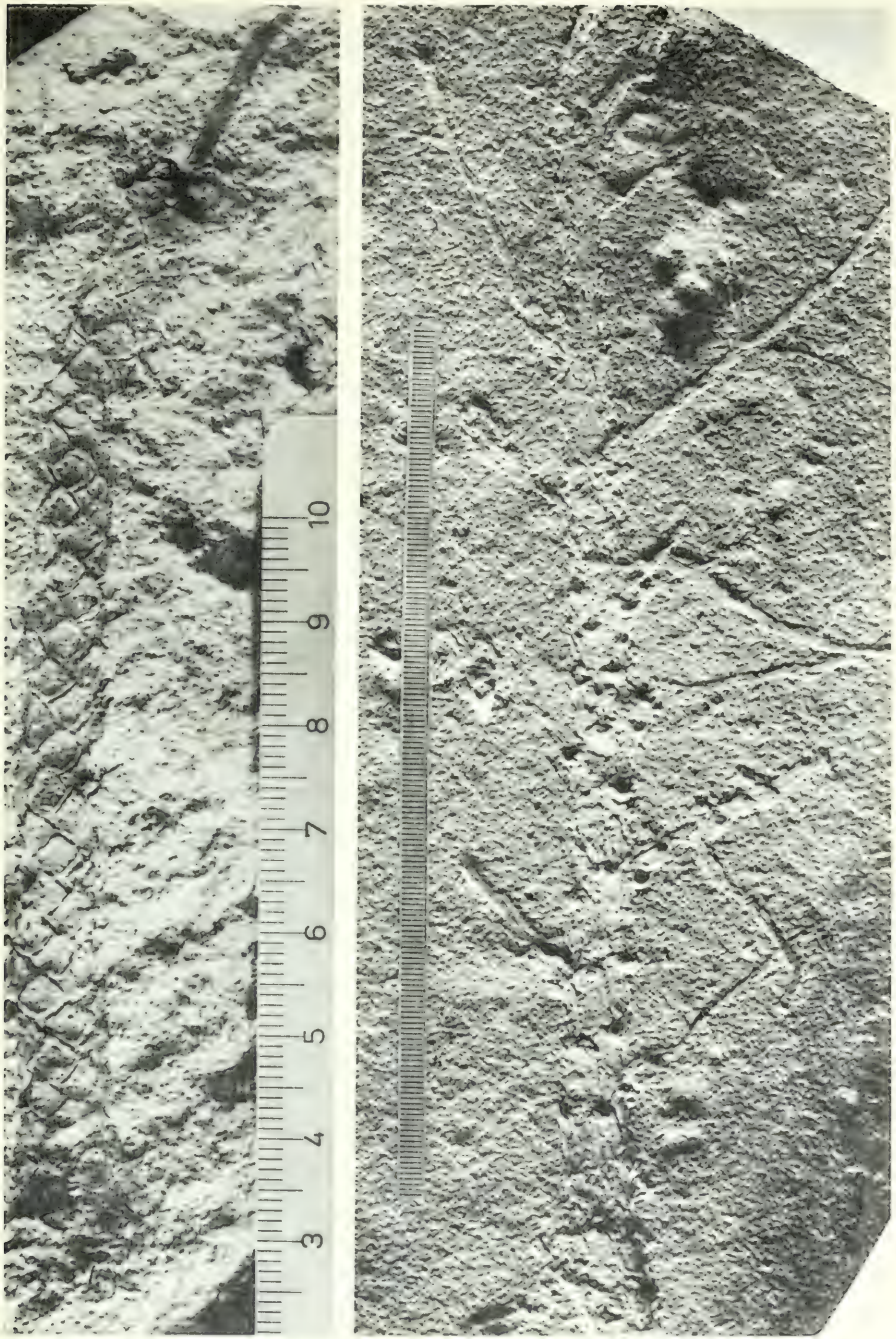
Steininger, F.: Über die stratigraphische Verwertbarkeit von *Anchitherium aurelianense* (Cuv.) im Jungtertiär Österreichs. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **116** (2), 149—161, 3 Beil., 1 Tab., Stuttgart 1963.



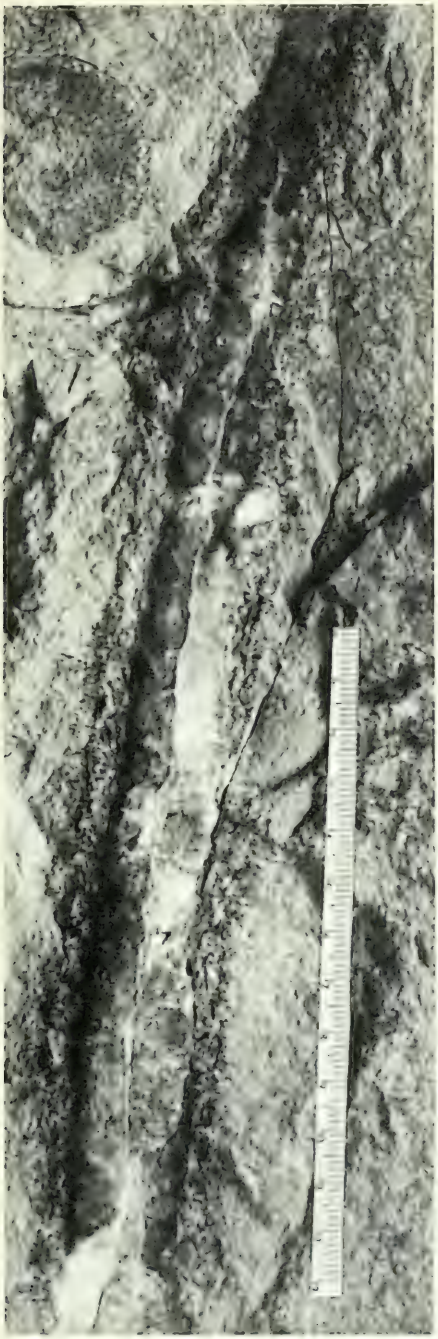
Hoch, E.: *Porzana porzana* (L.)

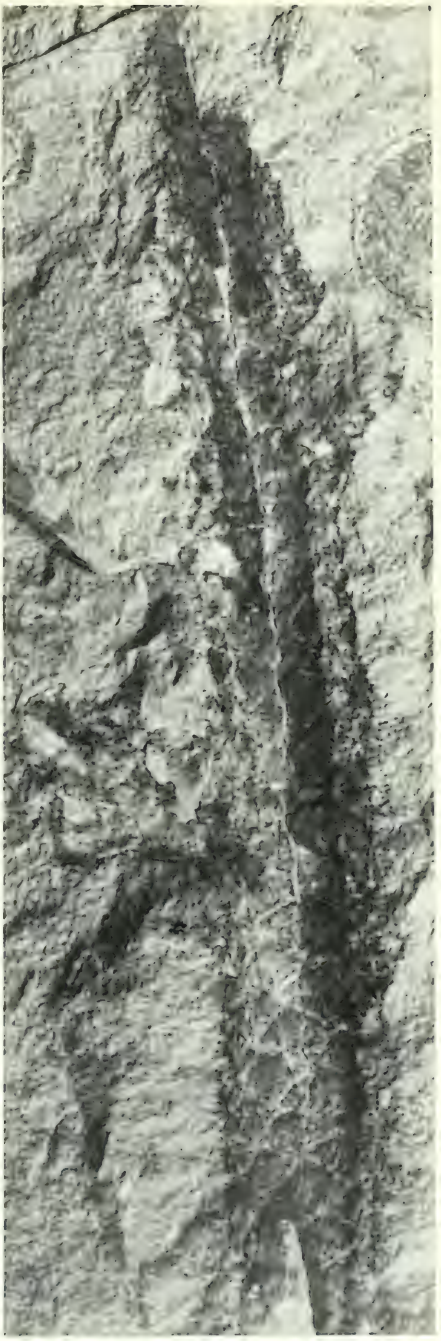
Plate 1


1
3
10
11
5
4
2
12
9
13
8
6
7
KS 1181
14



JUNG, W.: *Brachyphyllum nepos* aus den Solnhofener Plattenkalken Tafel 3





JUNG, W.: *Brachyphyllum nepos* aus den Solnhofener Plattenkalken Tafel 4

Gesamtherstellung: Gebr. Geiselberger, Altötting

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01428 9474